Inclusión Digital y Enseñanza de las Ciencias

Aprendizaje de competencias del futuro para promover el desarrollo del Pensamiento Científico

Mario Quintanilla-Gatica • Marja Vauras
Compiladores

CONICYT
Gobierno de Chile

red latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales

GRECIA
Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales

Pontificia Universidad Católica de Chile

Dedicamos este libro a todos los niños y niñas,
profesores y profesoras de nuestra Latinoamérica,
particularmente a todos esos 'locos bajitos' de Haití,
Venezuela, República Dominicana, Perú y Chile, que
participaron en este maravilloso proyecto Chile – Finlandia,
que nos deja, con una evidencia discreta,
la necesidad de cambiar la idea de que la educación
'tiene precio' por la de 'la educación tiene valor'.

Hasta siempre,
MQ

Inclusión Digital y Enseñanza de las Ciencias

Aprendizaje de competencias del futuro para promover el desarrollo del Pensamiento Científico

Mario Quintanilla-Gatica
Marja Vauras

Compiladores

Autores/Colaboradores

Leonardo Abella P., Susana Abella P., María M. Álvarez L., Xavier Álvarez L., Manuel Caeiro R., Jenny Castelblanco C., Catalina Contreras M., Norbert Erdmann, Mirjamaija Mikkilä-Erdmann, Gimena Fussero, Álvaro García M., Bastián Ibáñez L., Carol Joglar C., Alberto Labarrere S., María Lorenzo R., Miguel Manzanilla C., Maricel Occeli., Jaime Oyarzo E., Uxío Pérez R., Mario Quintanilla G., Mariano Rodríguez M., Núria Solsona P., Nora Valeiras.

CONICYT
Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica

FACULTAD DE EDUCACIÓN
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE

BellaTerra
Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la ciencia

GRECIA
Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales

red latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales

Inclusión Digital y Enseñanza de las Ciencias

Aprendizaje de competencias del futuro para promover el desarrollo del Pensamiento Científico

Compiladores

Mario Quintanilla-Gatica
Marja Vauras

Asistente de edición

Rodrigo Páez Cornejo

Comité Editorial Científico Internacional

Leonor Bonan (Universidad de Buenos Aires, Argentina)
Isabel Martins (Universidad Federale do Río de Janeiro, Brasil)
Macarena Soto (Universidad Católica de Chile, Chile)
Yefrin Ariza (Universidad Católica del Maule, Chile)
Carla Hernández (Universidad de Santiago de Chile, Chile)
Silvio Daza (Instituto Universitario de la Paz, Colombia)
José Pereira (Universidad Nacional de Costa Rica)
Adrianna Gómez (CINVESTAV, México)
Rufina Gutiérrez (Universidad Autónoma de Barcelona, España)
Marja Vauras (Universidad de Turku, Finlandia)
Norbert Erdmann (Universidad de Turku, Finlandia)
Mirjamaija Mikkilä-Erdmann (Universidad de Turku, Finlandia)
Eero Sormunen (Universidad de Tampere, Finlandia)

Producto científico del Proyecto AKA EDU-03,
patrocinado por la Comisión Nacional de Investigación Científica
y Tecnológica (CONICYT) de Chile y la Red Latinoamericana de Investigación
en Didáctica de las Ciencias (REDLAD).

Santiago de Chile
2019

INCLUSIÓN DIGITAL Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
Aprendizaje de competencias del futuro para promover el desarrollo del Pensamiento Científico

Director de la obra: Mario Quintanilla Gatica.

Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias (Bellaterra).
Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias (GRECIA).
Facultad de Educación. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Autores/Compiladores

© Mario Quintanilla-Gatica
Marja Vauras

De esta Edición:

© Bellaterra. Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias.
Toesca 2946, Oficina 309, Santiago de Chile.
Teléfono (56)-(2) 226890028
www.sociedadbellaterra.cl

1ª edición: Septiembre 2019.
ISBN: 978-956-09033-7-2

Editorial Bellaterra Ltda.

Asistente de edición: Prof. Rodrigo Páez C.
Revisión de estilo y corrección literaria: María Eugenia Pino Q.
Diseño de cubierta y diagramación: María Eugenia Pino Q.
Impresión: Andros Impresores Ltda.

Impreso en Santiago de Chile.

Para fines comerciales, quedan rigurosamente prohibidas, bajo sanciones establecidas en las leyes, la reproducción o almacenamiento total o parcial de la presente publicación, incluyendo el diseño de la portada, así como la transmisión de ésta, por cualquier medio, tanto si es electrónico como químico, mecánico, óptico, de grabación o bien fotocopia, sin la autorización escrita de los titulares del copyright. Si necesita fotocopiar o escanear fragmentos de esta obra, diríjase a: www.sociedadbellaterra.cl

Todos los Derechos Reservados.

Agradecimientos

Con profunda gratitud a los amigos y amigas Investigadores/as de la Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias de Argentina, Colombia, Brasil, Costa Rica, Chile y México, que participaron como autores/as o evaluadores/as del Comité Científico Internacional de esta publicación en el marco del Proyecto CONICYT AKA EDU-03.

Del mismo modo a mi grupo de Investigación, Alberto, Carol, y Verónica, que durante estos 3 años tuvieron la paciencia y el ánimo para seguir construyendo camino, pese a las restricciones y a las tempestades derivadas de los cambios políticos que hoy estamos viviendo en las escuelas.

A María Eugenia, Miguel y Rodrigo por su noble compromiso e infinita paciencia durante el tiempo de producción y edición final.

Muy especialmente a la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica de Chile (CONICYT), que por medio del proyecto titulado *Enhancing learning and teaching for future competences of online inquiry in multiple domains* (iFuCo) permitió financiar íntegramente esta publicación. Particularmente agradezco el permanente apoyo al seguimiento y calidad científica de nuestro proyecto en la persona de Catalina Palma.

También a la Vicerrectoría Académica y de Investigación de la Pontificia Universidad Católica de Chile, que ha subvencionado mi período sabático en España, donde se ha concluido la revisión y edición final de este libro, durante el mes de septiembre de 2019.

A todo el profesorado visitante de estos años al proyecto, que colaboraron orientando marcos teóricos y metodológicos, asesorando tesis de grado y de postgrado comenzando por nuestra contraparte finlandesa Marja Vauras, Norbert Erdmann, Mirjamaija Mikkilä-Erdmann de la Universidad de Turku y Eero Sormunen de la Universidad de Tampere.

A mis amigos/as investigadores de Didáctica de las Ciencias de Iberoamérica: Adrianna (México), Nuria, Rufina, María Lorenzo y Francisco (España), Álvaro (Colombia), Jaime (Suecia), Javier (Cuba), Isabel (Brasil), Nora y Andrés (Argentina) que generosamente nos regalaron su conocimiento y nos hicieron pensar que un mundo mejor es posible, con ciudadanos científicos críticos y comprometidos/as.

Finalmente, a los profesores y profesoras del Colegio Nobel Gabriela Mistral de San Bernardo, de la Escuela Ciudad de Barcelona de Pedro Aguirre Cerda, del Colegio Maestra Elsa Santibáñez de La Florida y del Colegio Pablo Neruda de San Miguel, por permitirnos entrar respetuosamente a sus aulas y ser compañeros/as de camino en esta aventura educativa que no olvidaremos.

No olvidaremos. ¡No! No podemos olvidar las caritas de todos estos niños y niñas que emocionan y nos comprometen por un Chile más justo y humano, más tolerante y solidario.

ÍNDICE

Prólogo 13
Alberto Labarrere Sarduy

Presentación 15
Mario Quintanilla-Gatica

CAPÍTULO 1
Alfabetización científica e inclusión digital 23
Jaime Oyarzo

CAPÍTULO 2
Competencias digitales y prácticas científicas
Una guía tecno-educativa para la enseñanza de las Ciencias Naturales
en Educación Primaria. 43
Gimena Fussero, Alberto Labarere, Miguel Manzanilla
Mario Quintanilla-Gatica, Norbert Erdmann, Mirjamaija Mikkilä-Erdmann

CAPÍTULO 3
Acerca de la búsqueda y gestión de información científica en Internet
Un estudio sobre el aprendizaje de las Ciencias Naturales
a través de recursos digitales 65
Bastián Ibáñez, Carol Joglar, Mario Quintanilla-Gatica,
Norbert Erdmann, Mirjamaija Mikkilä-Erdmann

CAPÍTULO 4
Actitudes hacia la enseñanza de competencias
de consulta en línea
Su relación con la formación del profesorado 85
Mariano Rodríguez, Mario Quintanilla-Gatica,
Norbert Erdmann, Mirjamaija Mikkilä-Erdmann

CAPÍTULO 5
Modelizar, pensar y representar Ciencias Naturales con TIC 105
Maricel Occeli, Nora Valeiras

CAPÍTULO 6
Las Tecnologías de la Información y la Comunicación y las diferencias de género
Aportes para repensar la enseñanza de las ciencias 125
Núria Solsona

CAPÍTULO 7
La inclusión de recursos digitales para la enseñanza de la Química
Qué se ha hecho y qué falta por hacer - Un estado del arte 147
Leonardo Abella

CAPÍTULO 8
Modelización en Ciencias Naturales mediante el uso de TIC-SIG para la inclusión en el aula 169
Susana Abella

CAPÍTULO 9
El Videojuego y la enseñanza de las ciencias 195
Leonardo Abella, Jenny Castelblanco, Álvaro García

CAPÍTULO 10
Pensamiento Científico y Pensamiento Computacional
Una experiencia en formación inicial del profesorado 233
María Álvarez, Xavier Álvarez, Manuel Caeiro, María Lorenzo, Uxío Pérez

CAPÍTULO 11
Evaluación de la confiabilidad de las páginas web enfocadas a las Ciencias Naturales
La experiencia de estudiantes de sexto básico en Chile. 255
Carolina Contreras, Carol Joglar, Norbert Erdmann, Mirjamaija Mikkilä-Erdmann

REFLEXIONES
Relatos de experiencias docentes en el Proyecto AKA-EDU/ 03 269

AUTORES Y AUTORAS 277

PRÓLOGO

Desde hace ya un buen tiempo, el **Laboratorio GRECIA** y, más recientemente, la **Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias** (REDLAD), vienen desarrollando investigaciones y aproximaciones teórico-conceptuales concernientes al desarrollo del pensamiento y las competencias de los estudiantes y los profesores, en el terreno de las ciencias naturales. Una de las más recientes incursiones respecto de ello, llevada a cabo en el contexto del **Proyecto AKA EDU-03**, ha dado lugar a buena parte de los capítulos que se incluyen en la obra que el lector tiene en sus manos.

Pero el libro no es sólo el producto de la referida investigación, es también la concreción de un modo de pensar y actuar, compartido por sus autores, según el cual tanto la ciencia como la educación constituyen instrumentos potentes de la transformación social y el avance hacia una sociedad más justa. Además, del convencimiento de que la cabal comprensión de las necesidades y las perspectivas del desarrollo educacional en la actualidad, se hacen accesibles únicamente si se abordan en su complejidad, considerando las principales preocupaciones que hoy se alzan ante la humanidad. De ahí que la *inclusión*, sea un tema eje para los distintos capítulos.

En un mundo donde el componente digital adquiere cada vez más protagonismo, si no se toman medidas a nivel de los países y gobiernos para la alfabetización digital de los ciudadanos, se corre el riesgo de que mayores contingentes de personas, fundamentalmente los de menos recursos, pasen a formar parte del círculo de excluidos; no sólo por la imposibilidad de acceso a la tecnología, sino por la incapacidad resultante de la no alfabetización digital. Buena parte de la responsabilidad recae sobre los sistemas nacionales de educación y otros órganos y entidades que tienen que ver con la educación y el desarrollo de las nuevas generaciones y de aquellos que tienen la responsabilidad directa de prepararlas en contextos formales.

Precisamente por lo anterior, es que el desarrollo del pensamiento y las competencias digitales desde las primeras edades y grados escolares toma vigencia, amplía su repercusión y se hace cada vez objeto de mayor atención.

La inclusión digital y el desarrollo del pensamiento y las competencias correspondientes, se lleva a cabo en la actualidad en un contexto que demanda la participación de estudiantes y profesores desde una perspectiva cada vez más informada; donde la creatividad tiene un lugar destacado y se plasma en las acciones educativas orientadas al fomento del pensamiento creativo en contextos

digitales. No menos importante resulta la formación de lo que me atrevería llamar una “inteligencia del procesamiento digital”, capaz de facilitar que tanto estudiantes como profesores interactúen con la información circulante, desde una perspectiva informada, “culta”, susceptible de desentrañar los “códigos ocultos” que subyacen detrás de la maraña de mensajes, páginas, sitios, etc., que conforman el ambiente digital. De ahí la importancia que tiene la preparación de estudiantes y profesores para identificar información relevante, decidir acerca de su validez, confiabilidad y límites de utilización. En el caso de los docentes, las competencias pedagógicas para el tratamiento de las competencias digitales y del pensamiento científico de sus estudiantes, pasan a primer plano.

Cada vez se toma más conciencia de lo que acabo de decir. No sé cuánto esa conciencia se plasma en una dirección adecuada. El desarrollo de la alfabetización digital y el alcance de una participación más equitativa, responsable y justa, en suma, no depende solamente de alertas y acciones que toman su sentido en lo digital. También resultan tributarias de metodologías de enseñanza más adecuadas y de aprendizajes más sustantivos; también de la formación de valores y desarrollo de significados y sentidos más amplios y plenos que no solo nos sitúen en el terreno o las puertas de la alfabetización digital, sino que nos acompañen hasta el punto de que podamos recorrer en “soledad” buena parte del camino restante. Digo que buena parte de la tarea no depende sólo de la alfabetización en sí misma, sino de componentes eternos de la enseñanza y el aprendizaje, que no pueden desconocerse al avanzar hacia regiones nuevas del desarrollo científico y tecnológico, si la separación procede, de la educación y la formación ciudadana.

Tengo la seguridad de que el contenido del libro, aparte de ser sumamente interesante, constituye materiales amenos y llenos de sentido. Como sucede con la inmensa mayoría de los aportes del Laboratorio, quienes se sumerjan en las propuestas encontrarán un material que problematiza y sugiere.

En suma, se trata de un libro construido desde una práctica investigativa desde el aula y para el aula, en la cual se han integrado profesores y profesoras de ciencias naturales, así como estudiantes del nivel escolar medio. Este hecho impregna las reflexiones de los autores y constituye una de sus mayores fortalezas, en aras del apoyo al necesario cambio de la enseñanza de las ciencias naturales en el sistema escolar.

Dr. Alberto Labarrere Sarduy
Profesor Titular – Escuela de Psicología
Facultad de Ciencias Sociales y Comunicaciones
Universidad Santo Tomás

Santiago de Chile, julio de 2019.

PRESENTACIÓN

Este nuevo libro, ***Inclusión Digital y Enseñanza de las Ciencias. Aprendizaje de competencias del futuro para promover el desarrollo del Pensamiento Científico***, se constituye en uno de los productos generados a luz de las directrices epistemológicas y metodológicas del Proyecto AKA EDU-03 que se materializa en once capítulos. Su finalidad consiste en debatir y profundizar aspectos relevantes acerca de los nuevos escenarios de enseñanza de las ciencias en ambientes caracterizados por la diversidad y la heterogeneidad de las aulas y el uso de tecnologías para la innovación y reconfiguración de los procesos de enseñanza y aprendizaje en todos los niveles y contextos educativos.

Cada uno de los capítulos escritos y 'recreados' por destacados académicos de la Red Latinoamericana de Investigación en didáctica de las Ciencias (REDLAD), estudiantes de grado y de postgrado y prestigiosos investigadores/as europeos/as, contiene aportes valiosos y relevantes que trascienden los aspectos exclusivamente teóricos para invitarnos a reflexionar en una mirada compleja de sujetos individuales y colectivos con historias diversas, en contextos complejos que forman parte de la nueva cultura de la enseñanza de las ciencias y la tecnología (NCECT); recogen y reencantan el espíritu de nuestro Laboratorio de Investigación (www.laboratoriogreecia.uc.cl) y abordan con evidencias suficientes, creatividad y discreción una dimensión de gran actualidad e importancia práctica, como lo es el uso de la tecnología o de ambientes digitales y virtuales en la enseñanza de las ciencias, espacio de oportunidad, pero también de complejidades y desafíos intelectuales valiosos tanto para el profesorado novel como para el profesorado senior.

En cada capítulo se logra identificar y caracterizar una problemática diferente, con la sutileza de los lenguajes geográficos diversos, donde, ciertamente, muchos aspectos teóricos deben ser aún esclarecidos o caracterizados de mejor manera, pero que resultan de gran interés para la innovación curricular, la investigación didáctica y la formación inicial y continua del profesorado de ciencias naturales en un campo de conocimiento aún no lo suficientemente explorado en todos nuestros países. Los temas que se abordan, son variados, contextualizados a realidades locales y consensos teóricos compartidos. Son objeto de atención aspectos muy diversos de la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, lo cual constituye buena parte de su sentido, valor, riqueza y originalidad. En sus páginas se advierte y suma una coincidencia que se

comparte: Atender a la tecnología como condición y ambiente, al mismo tiempo como oportunidad y desafío.

En el **capítulo 1**, *Alfabetización científica e inclusión digital,* su autor, Jaime Oyarzo realiza una reflexión personal señalando que la ciencia no puede estar sólo en manos de los científicos; existe la urgente necesidad de involucrar a una ciudadanía amplia y diversa en la ciencia y la tecnología como elementos esenciales para la democracia. En nuestra sociedad de internet y redes sociales, el desarrollo del espíritu crítico es fundamental. Para alcanzarlo, continúa, es necesario fundamentados conocimientos previos y un sólido referente de valores éticos. El capítulo se inicia describiendo conceptos tales como: alfabetización científica, enseñanza de las ciencias, diversidad, inclusión educativa y digital y el movimiento educativo abierto. Con estos instrumentos en mano, lanza propuestas de actuación e intenta cerrar con preguntas abiertas como conclusión, algunas de difícil respuesta. Finalmente destaca que este capítulo en particular es el resultado de reflexiones, conferencias, discusiones en grupos de investigación, con instituciones educativas y experiencias en cursos y talleres sobre innovación educativa y diseño instruccional.

En el **capítulo 2**, C*ompetencias digitales y prácticas científicas: una guía tecno-educativa para la enseñanza de las ciencias naturales en primaria*, de Gimena Fussero, Mario Quintanilla, Alberto Labarrere, Miguel Manzanilla, Norbert Erdmann y Mirjamaija Mikkilä-Erdmann presentan la revisión y modificación de una guía tecno-educativa utilizada para la enseñanza de las Ciencias Naturales en primaria. La misma fue diseñada en el marco del proyecto AKA EDU-03 CONICYT, que dirige uno de sus autores para desarrollar la búsqueda y gestión de información científica online, entendidas ambas como parte de las *competencias digitales*. La guía fue implementada por 5 profesores en 4 escuelas municipales de la Región Metropolitana de Santiago (Chile). Durante su implementación los docentes trabajaron con una “Bitácora del profesorado” registrando desde cuestiones operacionales hasta cuestiones metacognitivas respecto a sus prácticas y al desempeño del estudiantado. Con base en los primeros resultados obtenidos, se realizó una modificación de la guía donde se incluyeron actividades que promueven el desarrollo de *prácticas científicas*, en este caso la modelización, utilizando como herramienta mediadora a la programación. Los autores presentan los referentes teóricos que sustentan las modificaciones introducidas a la guía. Además se realiza un breve repaso de la visión actual de la Enseñanza de las Ciencias Naturales en primaria.

En el **capítulo 3**, *Acerca de la búsqueda y gestión de información científica en páginas web en el aprendizaje de las ciencias naturales en estudiantado de primaria. Un estudio situado en escuelas públicas de Chile,* Bastián Ibáñez, Carol Joglar, Mario Quintanilla, Norbert Erdmann y Mirjamaija Mikkilä-Erdmann realizan una sistematización bibliográfica actualizada acerca del conocimiento que se tiene sobre las competencias digitales para luego desarrollar una aproximación inicial la caracterización del estudiantado de primaria en cuanto a sus competencias digitales y habilidades de búsqueda de información científica en páginas. Para ello evaluaron las percepciones del alumnado sobre que tan bien buscan, las posibilidades de acceso y frecuencia de uso de tecnologías de información e internet en la escuela y en el hogar. Esta investigación fue realizada a un grupo de 330 estudiantes pertenecientes a sexto año básico y quinto año básico. Los datos obtenidos se compararon estadísticamente utilizando programas especializados, donde los resultados encontrados indican que el acceso y uso por parte del estudiantado es bastante restringido, no aprovechando adecuadamente las instancias de acceso a la información debido a una serie de condiciones y ambientes de aprendizaje que se han de considerar y que son de continuo debate en la comunidad de didáctica de las ciencias.

En el **capítulo 4**, *Relación de las actitudes de los profesores de ciencias sociales y ciencias naturales hacia la enseñanza de competencias de consulta en línea con su formación docente*, sus autores Mariano Rodríguez, Mario Quintanilla, Norbert Erdmann y Mirjamaija Mikkilä-Erdmann desarrollan una sistematización teórica vinculada con el tema de las actitudes y la tecnología. El capítulo es resultado de una investigación que tuvo como finalidad analizar las actitudes hacia la enseñanza de las ciencias y las competencias de consulta en línea en profesores de ciencias naturales y ciencias sociales de nivel primario que ejercen en colegios de la Región Metropolitana de Chile. Para esta finalidad sus autores trabajaron durante un año con 33 profesores y profesoras pertenecientes a 18 colegios de la Región Metropolitana de Santiago de Chile quienes respondieron un cuestionario de un valor de confiabilidad del 81% y que midió actitudes, comportamiento y habilidades para la enseñanza de competencias de consulta en línea a través de una escala ordinal tipo Likert. Los resultados son categóricos. El profesorado no está satisfecho con su formación inicial y continúa en lo que se refiere a las competencias de consulta en línea. Los autores concluyen que la formación del profesorado es insuficiente e instrumentalista en el uso del Internet para la enseñanza de las ciencias y la promoción de competencias de consulta en línea.

En el **capítulo 5**, *Modelizar, pensar y representar ciencias naturales con TIC*, de Maricel Occelli y Nora Valeiras se refieren a la práctica científica de la modelización en ciencias naturales, la cual ha sido ampliamente abordada desde la producción académica. Se propone una perspectiva que asume al aprendizaje como un proceso social y que en él se ponen en juego diferentes medios, entre los cuales tienen lugar las Tecnologías de la Información y Comunicación. En particular discuten cómo las tecnologías fomentan procesos vinculados a la modelización, el razonamiento y la representación del conocimiento científico. Desde la enseñanza de las ciencias la incorporación de la modelización puede ser un modo de aproximación a la actividad científica ya que fomenta el desarrollo de habilidades intelectuales potentes que promueven la comprensión del mundo natural. A partir de estas premisas, se enfocan en cómo las TIC pueden mediar la expresión e interacción con modelos en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, aportando el análisis de dos experiencias educativas referidas a temáticas de biología celular. Los resultados de ambas experiencias muestran las características de diseños didácticos que al incorporar tecnologías fomentan un pensamiento basado en modelos.

En el **capítulo 6**, *Las tecnologías de la información y la comunicación y las diferencias de género. Aportes para repensar la enseñanza de las ciencias,* Núria Solsona Pairó plantea una interesante reflexión en un contexto de superación de la enseñanza dogmática de las ciencias, señalando que el personal docente e investigador debe conocer la realidad de las diferencias de género en el uso de las tecnologías de la información y comunicación. Para ello, señala su autora, es necesario realizar una reflexión teórica que incluya el modelo de tecno-ciencia, el binomio sexo-género y el análisis de las distintas interacciones que se producen en el aula, entre el profesorado y el alumnado, y entre las niñas y los niños en el marco de la actividad científica escolar. El capítulo plantea retos para repensar la enseñanza de las ciencias a partir del análisis de las diferencias de género en la actividad científica escolar. En el uso desagregado de los datos, la discriminación positiva y la incorporación de los saberes de las mujeres.

En el **capítulo 7**, *La inclusión de recursos digitales para la enseñanza de la química. Qué se ha hecho y qué falta por hacer. Un estado del arte*, Leonardo Abella realiza una interesante reflexión y aproximación teórico-empírica para reconocer la importancia de la incorporación de diferentes tipos de recursos digitales en la educación en ciencias, y particularmente en la química. El capítulo nos presenta el análisis de los trabajos desarrollados y publicados durante los últimos 10 años en el escenario de la incorporación de recursos digitales en la enseñanza de la química para ofrecer un panorama general de lo que puede

realizarse en el proceso de inclusión digital. La revisión del autor y sus ejemplos se ha desarrollado utilizando las bases de datos Scopus y Web Of Science, usando palabras claves que incluyen directamente el uso, desarrollo, diseño y evaluación de diferentes recursos digitales para la enseñanza de las ciencias en general y de la química en particular. De este análisis emerge la importancia de identificar y fortalecer los conocimientos tecnológicos que requieren los profesores de ciencias al momento de desarrollar diseños didácticos para la inclusión digital en aulas de educación básica y secundaria.

En el **capítulo 8**, *Modelización en Ciencias Naturales mediante el uso de TIC-SIG y su inclusión en el aula*, su autora, Susana Abella P. realiza una interesante reflexión acerca de las habilidades con las que debe contar un profesor de ciencias naturales para desarrollar sus prácticas de manera actual, contextualizada y con material que sea inclusivo para potenciar las diferentes formas de aprender que tiene el estudiantado. De allí, señala, que conocer y hacer uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), agita desde distintos enfoques la identidad del profesor para replantear el diseño didáctico de sus clases teórico-prácticas, del currículo e incluso del significado de enseñar ciencias. Durante el desarrollo del capítulo entrega una interesante sistematización teórica sobre el concepto de modelo y modelización en la enseñanza de la biología, su relación con los sistemas virtuales y el valor que aporta la inclusión digital al aprendizaje de las ciencias desde esta perspectiva.

En el **capítulo 9**, *Video juego y enseñanza de las ciencias,* Leonardo Abella, Jenny Castelblanco y Álvaro García-Martínez realizan una justificación inicial señalando que la didáctica de las ciencias cada día se ve enfrentada a nuevos retos desde los avances científicos y tecnológicos que se presentan en nuestra sociedad y que irradian a la escuela. En este sentido, indican cómo el estudiantado se ve más atraído por la influencia de los avances de la tecnología en una época compleja, en las cual se reconocen hijos de la cultura audiovisual. Se aborda uno de estos casos, como lo es el software educativo, y en especial el video juego, como herramienta que puede mejorar la educación en general y en particular la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales. En una primera parte presentan una descripción del software educativo, el cual incluye un breve recorrido histórico, una clasificación y su uso en la enseñanza de las ciencias. La segunda parte se centra en el estudio del video juego como herramienta educativa el cual incluye una descripción histórica, una clasificación, aspectos de controversia en su uso y su relación con la educación. En la parte final del capítulo se presenta de forma general la estructura de un video juego creado en el contexto de la enseñanza de la química.

En el **capítulo 10**, *Del pensamiento científico al pensamiento computacional. Una experiencia en formación inicial del profesorado*, María A. Lorenzo Rial, F. Xabier Álvarez Lires, María M. Álvarez Lires, Uxío Pérez Rodríguez, y Manuel Caeiro Rodríguez nos invitan a conocer una experiencia desarrollada dentro de los Cursos de Extensión Universitaria de Verano que organiza el Vicerrectorado del Campus de Pontevedra, Universidad de Vigo (España): *Enseñar ciencias con robótica, programación y producción de contenidos multimedia*. En este capítulo se ocupan de las actividades realizadas por un grupo de 32 profesoras en formación inicial, de los Grados en Educación Infantil y Primaria, sobre introducción de programación, robótica y pensamiento computacional en la enseñanza de las ciencias. La secuencia de actividades utilizada sigue una metodología socioconstructivista basada en la Teoría de la Actividad, la autorregulación de los aprendizajes y el Ciclo de Karplus. Así, cada una de las fases implica procesos de autoevaluación y co-evaluación que permiten ir adaptando la secuencias a los diferentes ritmos de aprendizaje y a la construcción de nuevas ideas. Los resultados de la experiencia muestran que existe gran interés entre el futuro profesorado por aprender a integrar las TIC en sus clases de ciencias y demanda más formación al respecto, a fin de contribuir a desarrollar competencias tecno-científicas en su futuro alumnado.

En el **capítulo 11**, *Caracterización de evaluaciones a la confiabilidad de las páginas web enfocadas en contenidos de Ciencias Naturales que realizan los estudiantes de sexto básico en Chile,* Catalina Contreras, Carol Joglar, Norbert Erdmann y Mirjamaija Mikkilä-Erdmann desarrollan un trabajo teórico-empírico cuyo objetivo principal es analizar los tipos de justificación que realizan los estudiantes al momento de evaluar la confiabilidad de las páginas web con contenido científico. Señalan sus autores que la mayoría de los estudiantes basan la justificación de confiabilidad en la utilidad que la página les brinda para responder a una tarea, sin realizar un análisis crítico al respecto, como también existe un porcentaje de estudiantes que no sabe cómo realizar una justificación científica. Agregan que, si bien el panorama puede no ser esperanzador para algunos o algunas, es importante mencionar que el estudiantado presenta dificultades en cuanto a la comprensión de la información científica o también su análisis crítico, pero al mismo tiempo, existe en ellos cierta noción en cuanto a cómo debería ser una página confiable y en base a qué indicadores deberían ser evaluadas, como lo son la autoría de las páginas, actualización y adecuación del destinatario.

Proporcionamos así, a los docentes, estudiantado de postgrado e investigadores en didáctica de las ciencias naturales mediante esta compilación, un aporte

novedoso, multicultural y variado en experiencias de aula y contextos educativos, acerca del valor de la tecnología como condición, ambiente y oportunidad de una educación inclusiva y liberadora que contribuye al debate sobre los nuevos desafíos de la educación científica en América Latina.

Por último, quisiera enfatizar que todos los aportes formalizados en este nuevo libro promovido y patrocinado por la Red Latinoamericana de Investigación en Didáctica de las Ciencias (REDLAD) continúan en palabras de Antonio Machado 'haciendo camino al andar'. Sus reflexiones, orientaciones y evidencias residen de manera natural en sus 'ethos' de especialistas, investigadores y profesores de diferentes universidades y países. Todos resaltan por el profundo conocimiento en las distintas disciplinas y tópicos que se abordan en el libro, pero sobre todo por su afán de compartir historias, valores, complejidades y esfuerzos colectivos para contribuir con estas propuestas a una educación científica que rescata el carácter polifónico de la cultura en la formación inicial y continua del profesorado, libre de exclusiones, razas, religiones u orientación sexual, profesorado y estudiantado que no sólo son actores, sino que también autores(as) relevantes de los principales cambios de la revolución cultural y lingüística que Sutton nos adelantara en su publicación de 2003, 'Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje'. Agregamos, los profesores de ciencia como líderes de una nueva cultura docente, esperanzadora y civilizadora.

Dr. Mario Quintanilla-Gatica
Profesor Asociado de la Facultad de Educación de la Universidad Católica de Chile
Presidente de la Red Latinoamericana de Investigación en didáctica de las Ciencias (REDLAD)
Director del Proyecto AKA EDU-03

Ciudad de Barcelona, España, 6 de septiembre de 2019.

CAPÍTULO 1

ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA E INCLUSIÓN DIGITAL

Jaime Oyarzo E.*

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Desarrollo
  Alfabetización científica y enseñanza de las ciencias
  ¿Por qué es necesaria la alfabetización científica?
  ¿Qué es necesario para alcanzar
  la alfabetización científica?
  ¿Cómo promover la alfabetización científica?
  Diversidad e inclusión educativa
- Formación docente en la educación inclusiva, un recuento crítico
  Inclusión Digital
  Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU
  Reducido impacto de la educación en el desarrollo
  ¿Qué sucede en Europa?
  Políticas y práctica para las TIC y la inclusión
- Proyectos académicos asociados a la Alfabetización Científica
  Proyecto europeo ENGAGE
  Comisión Europea
  El Movimiento Educativo Abierto
- América Latina: Alfabetización Científica e Inclusión Digital
- Propuestas de actuación
- Proyecciones y conclusiones
- Referencias bibliográficas

(*) Profesor visitante del Proyecto AKA EDU-03, Abril de 2018.

Resumen

La ciencia no puede estar sólo en manos de los científicos; existe la urgente necesidad de involucrar a una ciudadanía amplia y diversa en la ciencia y la tecnología, como elementos esenciales para la democracia. En nuestra sociedad de internet y redes sociales, el desarrollo del espíritu crítico es fundamental. Para alcanzarlo, es necesario tener fundamentados conocimientos previos y un sólido referente de valores éticos. Este trabajo parte describiendo conceptos tales como: alfabetización científica, enseñanza de las ciencias, diversidad, inclusión educativa y digital y el movimiento educativo abierto. Con estos instrumentos en mano, lanza propuestas de actuación e intenta cerrar con preguntas abiertas como conclusión, algunas de difícil respuesta.

Introducción

En una época en la que la comprensión pública de los conceptos científicos es deficiente y las fuentes de información web están plagadas de malas interpretaciones de información científica, cultural y política, es urgente involucrar a una ciudadanía amplia y diversa en la ciencia y la tecnología.

‘La ciencia es esencial para la democracia. Para mantener un sistema político democrático necesitamos conocimiento. Solo una sociedad con un adecuado nivel de educación científica puede evitar ser manipulada por los que detentan el poder y es capaz de tomar decisiones basadas en la evidencia sobre temas de la mayor trascendencia para nuestro bienestar e incluso nuestro futuro como especie.’ (SciLit, 2018).

La participación de la ciudadanía en las sociedades democráticas supone ciudadanos con conocimientos científicos necesarios para discernir entre las diferentes opciones que la tecnología les ofrece en cuestiones como el medio ambiente, la toma de decisiones, la salud, la cultura y la economía. En esta perspectiva, los rápidos avances tecnológicos y científicos son herramientas que permiten un acceso efectivo a la comunicación y divulgación científica.

La capacidad de comprender la relación entre ciencia y sociedad, con la suficiente profundidad para formar una opinión propia, ha recibido el nombre de alfabetización científica, para marcar una clara diferencia con el concepto tradicional de alfabetización.

Este marco conceptual introductorio tiene como objetivo llamar a la reflexión teórica, para identificar las medidas y acciones que refuercen la alfabetización científica y la inclusión digital entre nuestros estudiantes, profesores e instituciones educativas. Varias afirmaciones son presentadas esquemáticamente, y las referencias bibliográficas pueden contribuir a futuros trabajos de investigación sobre el tema.

Este trabajo es el resultado de reflexiones, conferencias, discusiones en grupos de investigación, con instituciones educativas y experiencias en cursos y talleres sobre innovación educativa y diseño instruccional.

La estructura consta de siete partes:

En la 1ª parte se presenta el nuevo concepto de alfabetización científica, teniendo en cuenta el reto de las TIC y la enseñanza de las ciencias.

La 2ª parte revisa los conceptos de diversidad e inclusión educativa.

La 3ª parte hace un recuento crítico de la formación docente en la educación inclusiva.

La 4ª parte describe el concepto de inclusión digital.

La 5ª parte describe, sucintamente, la situación en Europa.

La 6ª parte analiza el surgimiento del movimiento educativo abierto.

La 7ª parte recorre la alfabetización científica e inclusión digital en América Latina.

Como cierre, se entrega una serie de propuestas de actuación y conclusiones en forma de preguntas para la reflexión y futura investigación.

Desarrollo

Alfabetización científica y enseñanza de las ciencias

El concepto tradicional de alfabetización incluyó la habilidad de usar texto para comunicarse (reducido a menudo a la habilidad de leer y escribir). Es evidente que esta definición es insuficiente para las sociedades de la información y el conocimiento.

La redefinición del concepto requiere incluir la alfabetización digital y científica, que en el contexto educativo explicita la labor de profesores e instituciones educativas en el proceso de enseñanza en el marco de una educación de calidad.

El término alfabetización científica apareció por primera vez en Estados Unidos, a fines de la década de 1950. Esta primera definición, conocida como modelo de los *benchmarks* (American Association, 1993), relacionó la alfabetización científica con los contenidos científicos que una persona poseía.

El modelo de los *benchmarks* consistía en listas de materias y contenidos científicos que una persona debía dominar para considerarse científicamente alfabetizada. La evidencia práctica demostró que este modelo –del que fueron publicadas varias versiones–, no permitía identificar con claridad el nivel de alfabetización científica de una persona.

Una nueva definición es propuesta por Kemp (Kemp, 2002) en el que el concepto de alfabetización científica agrupa tres dimensiones:

- Conceptual (compresión y conocimientos necesarios): conceptos de ciencia y relaciones entre ciencia y sociedad.
- Procedimental (procedimientos, procesos, habilidades y capacidades): obtención y uso de la información científica, aplicación de la ciencia en la vida cotidiana, divulgación de manera comprensible.
- Afectiva (emociones, actitudes, valores y disposición ante la alfabetización científica): expresados en el aprecio e interés por la ciencia.

La alfabetización científica tiene una directa vinculación con la enseñanza de las ciencias, como el conjunto de conocimientos asociados a la tecnología, la ingeniería y los conocimientos matemáticos, referido frecuentemente como STEM[1]. La Unión Europea incluye la competencia matemática y las competencias básicas en ciencia y tecnología en línea, en los currículos de los países integrantes, en el Informe del Parlamento Europeo sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente (ENCIENDE, 2011).

¿Por qué es necesaria la alfabetización científica?

La Consejería de Educación, Cultura y Deporte del gobierno de Cantabria, España (Cantabria, 2017), expresa sus motivos en el plan para la mejora de la alfabetización y la cultura científica:

1 STEM: Acrónimo en inglés de Science, Technology, Engineering and Mathematics.

- Necesidad social: toma de decisiones que requieren conocimientos y estrategias científicas, en el ámbito personal (salud, alimentación, vivienda, tecnología) y en el comunitario (medio ambiente, energía, biodiversidad, poblamiento).
- Necesidad cultural: la ciencia está presente en nuestros hábitos, es parte de nuestras conversaciones, nos plantea miedos e incertidumbres, nos interesa como conjunto de saberes.
- Necesidad democrática: es necesario conocer los fundamentos de la ciencia y la tecnología que están a nuestro alrededor, para decidir libre y responsablemente.
- Aminorar la brecha entre el interés por la ciencia de la población y su nivel de conocimientos.
- La población accede a conocimientos científicos por vías distintas al sistema educativo.
- El sistema de alfabetización científica es rígido y muchas veces poco creativo.
- Bajo número de las matriculaciones en estudios universitarios, en el ámbito de las ciencias.
- La ciencia es un factor estratégico en la economía de un país y supone un beneficio a corto plazo (oportunidades laborales) y a mediano y largo plazo (modelo de desarrollo económico), para responder a los retos económicos, sociales y ambientales.
- Por convergencia internacional: 'Transformar nuestro mundo: la agenda 2030 para el desarrollo sostenible' acordado por consenso en la cumbre de la ONU (2015).

¿Qué es necesario para alcanzar la alfabetización científica?

- Apoyo a las instituciones gubernamentales y educativas.
- Proyectos que faciliten la comprensión básica de conceptos y procesos científicos.
- Científicos alfabetizados, con comprensión del rol de la ciencia y la tecnología en la vida diaria.
- Políticas públicas, análisis de los riesgos y beneficios de los avances científicos.

La educación formal es el principal instrumento para promover las habilidades científicas a través de los profesores, quienes ayudan a los estudiantes a diseñar

y evaluar la investigación, a interpretar los datos y a divulgarlos como explicaciones científicas (PISA, 2015).

¿Cómo promover la alfabetización científica?

La alfabetización científica necesita promoción y aplicación práctica en todos los niveles, tanto formales, como no formales e informales, específicamente en los contextos de:

- Escuelas y universidades (aprendizaje formal),
- cursos y proyectos en línea para la comunidad de práctica (aprendizaje no formal), y
- recursos educativos abiertos y redes sociales (aprendizaje informal).

Es necesario completar la alfabetización técnica con la adquisición de competencias digitales relacionadas con la búsqueda, análisis, selección y comunicación de datos e información, como ilustra la Figura 1.

Figura 1. *Competencias digitales para construir conocimiento.*

Diversidad e inclusión educativa

Esta visión más amplia de la alfabetización digital y científica implica reconocer la importancia de la diversidad y la inclusión en el sistema educativo.

La enseñanza de las ciencias está asociada a los principios educativos abiertos y de equidad, y debe poner en práctica la idea de ciencia para todos, sin exclusión alguna; es decir, cómo hacer la ciencia más accesible, interesante y significativa para cada estudiante.

La Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI, auspiciada por la UNESCO y el Consejo Internacional para la Ciencia, declara:

> ‘Para que un país esté en condiciones de atender a las necesidades fundamentales de su población, la enseñanza de las ciencias y la tecnología es un imperativo estratégico. Como parte de esa educación científica y tecnológica, los estudiantes deberían aprender a resolver problemas concretos y a atender a las necesidades de la sociedad, utilizando sus competencias y conocimientos científicos y tecnológicos… Hoy más que nunca es necesario fomentar y difundir la alfabetización científica en todas las culturas y en todos los sectores de la sociedad’ (UNESCO, 1999).

La educación inclusiva no es un fenómeno estático. Según Watkins (Watkins, 2007):

> ‘Las concepciones sobre la teoría y práctica en educación inclusiva están en permanente cambio en todos los países.’
> La UNESCO define la educación inclusiva como el proceso de identificar y responder a la diversidad de las necesidades de todos los estudiantes a través de la mayor participación en el aprendizaje, las culturas y las comunidades. Involucra cambios y modificaciones en contenidos, aproximaciones, estructuras y estrategias (UNESCO, 2008).

La inclusión educativa total acoge la diversidad general, sin exclusión alguna, ni por motivos relativos a distintas necesidades, ni relativos a las posibilidades que ofrece la escuela. La inclusión total acepta las diferencias, celebra la diversidad y promueve el trato equitativo de cada estudiante. El proceso de inclusión pretende minimizar las barreras, para que todos participen sin importar sus características físicas, mentales, sociales y culturales.

La inclusión educativa total acepta las diferencias, celebra la diversidad y promueve el trato equitativo de cada estudiante. Propone, además, adaptaciones curriculares, apoyos, recursos y profesionales en pedagogía.

El foro internacional de la UNESCO en Jomtien, Tailandia, subraya la idea de la inclusión y promueve ‘una educación para todos’. (UNESCO, 1990).

La conferencia internacional de 1994 de la UNESCO, que concluye con la llamada ‘Declaración de Salamanca’, pone énfasis en impartir la enseñanza a todos los niños, jóvenes y adultos, con y sin necesidades educativas especiales dentro un mismo sistema común de educación. Esta resolución generaliza la inclusión como principio central, que guía la política y la práctica de la construcción de una educación para todos.

En el 2011, la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011) y el Banco Mundial, publicaron el Informe Mundial sobre la Discapacidad, con un capítulo con propuestas para la puesta en marcha de la educación inclusiva. Según este informe la inclusión educativa es importante por cuatro razones:

1. Contribuye a la formación del capital humano,
2. es un factor determinante de bienestar,
3. los costos sociales y económicos elevados que conlleva la exclusión, y
4. los objetivos del milenio de 'Educación para Todos' no se conseguirán sin la garantía del acceso a la educación para los niños con discapacidad.

Formación docente en la educación inclusiva, un recuento crítico

Se afirma que la educación solo puede ser de calidad si hay inclusión, respeto a la diversidad y equidad. Y nos podemos preguntar, con toda legitimidad, si realmente están los docentes preparados para ser inclusivos.

Para dar una clara respuesta, necesitamos analizar algunos de los factores que una nueva educación científica debiera contener:

- Un claro diseño y establecimiento de políticas en educación científica.
- Formación de educadores de ciencias, que mejore la enseñanza a partir de la indagación y resolución de problemas contextualizados.
- Políticas de formación permanente y especialización, para mantener actualizados a educadores y estudiantes en los avances científicos y tecnológicos.
- Una perspectiva abierta: que reconozca y responda a la diversidad del alumnado y sus necesidades sin distinción de género, raza, fe o condición social y cultural.
- Evidencias de que no existen alumnos estándar, que aprenden de la misma forma y al mismo tiempo, y que cada estudiante tiene diferentes motivaciones, intereses y capacidades.
- Herramientas para desarrollar planes curriculares con equidad y para implementar y evaluar su propia práctica docente.

Es posible que este listado sea insuficiente y necesite ser complementado, pero puede ser un referente importante para responder la pregunta inicial.

A pesar de las declaraciones de instituciones internacionales de apoyo, la pedagogía inclusiva ha recibido críticas:

- Los estudiantes mejor dotados quedarían atrás y no serían suficientemente estimulados[2].
- Sobrecarga adicional para los docentes (planificación e implementación del currículum para todos, revisión de los planes y programas para la formación de los maestros).
- Implica considerables costos financieros y burocráticos.

Inclusión Digital

Si queremos alcanzar inclusión educativa con ayuda de TIC, estamos hablando de *Inclusión Digital*, otro concepto a tener en cuenta.

La inclusión digital no está relacionada tan solo con las tecnologías de la información, sino con la forma de utilizarlas. Abarca un proceso de instrucción de los formadores o docentes en estas nuevas modalidades de aprendizaje mediante un proceso de alfabetización digital.

Sampaio (2004), entiende que la inclusión digital, debe ser parte integrante de las políticas de inclusión económica y social, formuladas y conducidas por el poder público, y dirigidas hacia los segmentos sociales de baja renta. En este contexto, la inclusión digital es un proceso desarrollado por acciones volcadas hacia la universalización del acceso físico a los recursos TIC (ordenador + software + herramientas de Internet) además de los conocimientos y habilidades necesarios para utilizar tales recursos con un mínimo de competencia.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU

Entre los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) acordados por la Asamblea de la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015), el cuarto objetivo –'Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos'–, abarca todos los niveles educativos y especifica:

> 'Todas las personas, sea cual sea su sexo, raza u origen étnico, incluidas las personas con discapacidad, los migrantes, los pueblos indígenas, los niños y los jóvenes, especialmente quienes se encuentran en situaciones

2 Diversos estudios (realizados por la OCDE: Programa de valoración internacional de estudiantes) han demostrado estadísticamente que la diversidad favorece a los más débiles, y también a los estudiantes mejor dotados.

de vulnerabilidad, deben tener acceso a posibilidades de aprendizaje permanente que las ayuden a adquirir los conocimientos y aptitudes necesarios para aprovechar las oportunidades que se les presenten y participar plenamente en la sociedad'.

Reducido impacto de la educación en el desarrollo

Las desigualdades sociales son el factor más limitante para aprovechar las ventajas de las TIC, para facilitar la inclusión digital y generar procesos de desarrollo. Como expresan Gómez, Delgadillo y Stoll (2003), la Inclusión Digital concibe la brecha digital desde una perspectiva multidimensional. Lo central no es el enfoque técnico de la conectividad sino por qué, cómo y para qué utilizarla.

Manuel Castells (1998), enfatiza en el 'aprender a aprender', y destaca que lo importante no es el conocimiento sino la capacidad de adquirirlo, saber buscar la información adecuada en cada caso y aprender a aprender con autonomía. Afirma que es preciso desarrollar, además, lo que denomina capacidades genéricas, que presupone –además de saber utilizar la computadora–, saber analizar cómo y para qué utilizarla, unido a un razonamiento lógico, numérico y espacial.

¿Qué sucede en Europa?

En general, constatamos progresos significativos en inclusión educativa en casi la totalidad de las naciones europeas. Una educación para todos, accesible y de calidad son principios aceptados y presentes en todos los sistemas educativos, aunque la puesta en práctica difiere por razones históricas, sociales y económicas; no debemos olvidar que los países son totalmente soberanos en diferentes ámbitos, entre ellos la educación.

Los países europeos aprobaron diferentes acuerdos, con el objetivo común de lograr una educación de calidad para todos, llámese educación inclusiva o equivalente. Podemos distinguir tres sistemas educativos no excluyentes:

1. Sistema educativo único e integrado: no diferencia entre educación ordinaria y especial.
2. Sistema educativo mixto: con diferentes opciones educativas: escuelas de integración, clases especiales y escuelas especiales.
3. Sistema educativo especial: separado del denominado 'ordinario'.

Existe coincidencia generalizada sobre la evidencia del papel clave de una financiación descentralizada y la conversión de las escuelas especiales en centros de recursos y servicios de apoyo.

La enseñanza secundaria sigue siendo una asignatura pendiente, uno de los retos en todos los países.

El informe 'Formación del profesorado para la educación inclusiva en Europa – Retos y oportunidades' (European Agency, 2011), destaca:

> 'Es el docente el que aplica los principios de la educación inclusiva. Si no es capaz de educar en la diversidad en un centro ordinario, las buenas intenciones de la educación inclusiva son estériles. Por ello, el reto para el futuro es desarrollar planes de estudio y formar a los docentes para hacer frente a tal diversidad'.

Algunos de los factores claves en las políticas y puesta en práctica de la formación del profesor para la educación inclusiva son:

- Recomendaciones para las instituciones de formación del profesorado.
- Recomendaciones para los legisladores.
- Ejemplos de práctica innovadora.

La agencia Tecnología de Información y Comunicación para la Inclusión (ICT4I[3]) presentó un informe que establece cinco áreas temáticas para un proyecto de recolección de información y análisis, vinculado a la Convención de las Naciones Unidas sobre los Derechos de las Personas con Discapacidades. (European Agency, 2011).

1. Las TIC deben considerarse una herramienta clave para promover la equidad en oportunidades educativas.
2. El acceso a las TIC adecuadas debe considerarse un derecho.
3. La formación del personal docente en el uso de las TIC generales y especializadas debe ser considerado un área prioritaria.
4. La promoción de la investigación y el desarrollo de las TIC requiere un enfoque de todas las partes interesadas.
5. La recolección de datos y el seguimiento de la utilización de las TIC en la inclusión deben ser considerados como aspectos que requieren atención en todos los niveles educativos.

3 Agency Information and Communication Technology for Inclusion (ICT4I) project.

Este proyecto ha identificado cuestiones políticas críticas, vinculadas a cada una de las cinco áreas temáticas, así como factores específicos que inciden en estas cuestiones políticas:

- Superar la brecha digital para garantizar que todos los estudiantes se beneficien de las TIC como una herramienta para su aprendizaje.
- Las TIC para la inclusión debe ser visto como un asunto intersectorial y ser considerado y visible en la política de todos los ámbitos pertinentes.
- Disponibilidad y adopción de vías integrales de formación de profesores. La formación en TIC para la inclusión es una 'condición previa' esencial para cualquier iniciativa de TIC para la inclusión.
- Se percibe una brecha entre los hallazgos de investigación relacionados con TIC para la inclusión y la práctica en el aula.
- Es un reto obtener datos significativos, tanto cualitativos como cuantitativos, para monitorear e informar sobre políticas y prácticas en TIC para la inclusión.

Políticas y práctica para las TIC y la inclusión

El desarrollo de las TIC para la inclusión (Inclusión Digital) puede agruparse en seis áreas interrelacionadas:

1. Legislación y política centrada en los derechos y beneficios.
2. Infraestructura TIC que considere todos los aspectos del diseño, incluyendo interfaces de usuario y diseño de contenidos.
3. Formación de profesionales que considere:
   a. Requisitos de formación de todos los profesionales: profesores, directivos escolares, personal de soporte TIC, y profesionales de medios de comunicación;
   b. un marco acordado de competencias profesionales;
   c. abarcar las diferentes fases de la formación profesional - formación inicial, apoyo y desarrollo profesional vinculado al desarrollo creciente de competencias TIC;
   d. Formación para apoyar el uso de las TIC por parte de los padres / familias en el hogar
4. Potenciar las escuelas. En toda Europa, surgen demandas para que las escuelas trabajen de nuevas maneras utilizando las TIC, como resultado de factores sociales, como:
   a. Aumento del desempleo y demanda de nuevas competencias para futuros empleados;

b. rápida evolución de las TIC en educación, como el aprendizaje en línea y las herramientas de aprendizaje móvil;
c. creación y publicación de conocimientos, producidos individualmente en redes sociales;
d. aumento de las expectativas de participación de los estudiantes y del aprendizaje personalizado.

5. Comunidades de práctica más amplias, fomentando el apoyo de las redes formales e informales.
   Las comunidades de práctica conectan a quienes comparten un interés común y fomentan el compartir ideas, ejemplos prácticos y formas de trabajo, así como la identificación de problemas y soluciones. Facilita también el intercambio informal de diferentes formas de conocimiento.
6. Empoderamiento de los estudiantes. El objetivo último de las TIC en la educación inclusiva es permitir que todos los estudiantes las utilicen para apoyar su propio aprendizaje. Esto requiere disponer de las adecuadas competencias TIC y el apoyo necesario para utilizarlas de la mejor manera, para satisfacer sus necesidades individuales.
   La Comisión Europea (2013), recomienda el análisis y aplicación de las TIC y los recursos educativos abiertos, como oportunidades para remodelar la educación de la UE (Unión Europea).

Proyectos académicos asociados a la Alfabetización Científica

Proyecto europeo ENGAGE

El proyecto europeo ENGAGE (2017), (Equipping the Next Generation for Active Engagement in Science: Capacitando a la Próxima Generación para el Compromiso Activo en la Ciencia) ayuda a desarrollar la convicción, el conocimiento y la práctica para el RRI (Responsible Research and Innovation: Investigación e Innovación Responsable). Este proyecto adopta una metodología para aprender a tomar decisiones informadas, a través del pensamiento científico y de una clara conciencia en la Investigación e Innovación Responsable.

Comisión Europea

La Comisión Europea (European Schoolnet, 2018). ha puesto en marcha la iniciativa 'The New Skills Agenda' para centrarse en la mejora de la calidad y la

pertinencia del desarrollo de las competencias STEM, promover los estudios y las carreras STEM y apoyar el desarrollo profesional de los profesores.

El Movimiento Educativo Abierto

El Movimiento Educativo Abierto es una importante oportunidad para producir mejores bienes y servicios, y mejorar la transferencia de conocimiento en una 'sociedad del conocimiento'.

El Informe Mundial de la UNESCO (2005), titulado 'Hacia las Sociedades del Conocimiento', estipula que las sociedades del conocimiento, compatibles con la equidad y el desarrollo humano y sostenible, no se construyen mediante el exclusivo desarrollo de la infraestructura tecnológica. Este informe rechaza el determinismo tecnológico y subraya la diversidad de las sociedades del conocimiento. El informe advierte contra la excesiva mercantilización del conocimiento y sobre la necesidad de desarrollar el pensamiento analítico y crítico.

La utilización de las tecnologías de la información y las comunicaciones ha impactado en todos los procesos de enseñanza-aprendizaje. La disponibilidad de recursos educativos abiertos (REA) y de cursos masivos abiertos *on line* (MOOC)[4], constituye una oportunidad para un proceso de enseñanza-aprendizaje más efectivo y con mayores opciones de empleabilidad.

La educación abierta ejerce una fuerte influencia en el cambio e innovación de la educación. Muchas universidades han iniciado programas de REA, tanto en estudios de grado como en estudios de posgrado y educación continua para adultos. Esta concepción de 'educación abierta' está cambiando el paradigma tradicional del aprendizaje, porque aleja el foco de las organizaciones educativas y del maestro/instructor como las únicas fuentes de formación, y fomenta el aprendizaje autónomo de por vida.

América Latina: Alfabetización Científica e Inclusión Digital

En América Latina ha predominado un enfoque mecanicista en las estrategias y políticas para la sociedad de la información y el conocimiento, para analizar la brecha digital y la inclusión digital.

4 Acrónimo en inglés de Massive Online Open Courses.

Simultáneamente, los procesos de desarrollo sostenido y de inclusión enfrentan dificultades estructurales (económicas, sociales, culturales y políticas) difíciles de superar. Éstas generan retraso y son consecuencia de relaciones de dominación y dependencia (Aguilar, A., 1967).

Tan radicales constataciones tienen elementos que así lo confirman:

- Deficiente integración de las TIC en la educación.
- Una brecha digital que no se reduce.
- Limitada inclusión digital.
- Reducido impacto de la educación en el desarrollo.

Comencemos con la deficiente integración de las TIC en la educación. Las TIC han desempeñado un importante rol en facilitar la difusión del conocimiento científico, y se expresan también en la introducción de mejoras en la calidad de vida y en los servicios de la denominada sociedad del bienestar.

Sin embargo, en las sociedades de los países en desarrollo, su impacto ha sido muy reducido.

Nos podríamos preguntar acerca de las causas: ¿Son los intereses económicos?, ¿es la deficiente gestión del estado?, ¿son factores estructurales de nuestras sociedades?, ¿es la Brecha Digital[5]?

'Se menciona a menudo la brecha digital, cuya realidad es innegable. Pero hay algo más inquietante todavía: la brecha cognitiva que separa a los países más favorecidos de los países en desarrollo, y más concretamente de los países menos adelantados' (UNESCO, 2005).

La discusión sobre la *brecha digital* generó políticas y planes de expansión de la infraestructura y de la conectividad para el acceso a servicios en línea y a la web. Existía el convencimiento de que su origen es la falta de acceso digital, y que por lo tanto se resolvía brindando ese acceso. Existen claras evidencias de un importante mejoramiento de las infraestructuras y el acceso a las TIC. Es, en sí, un factor imprescindible, pero absolutamente insuficiente como generador de procesos de desarrollo.

5 Brecha digital: Distancia en el acceso, uso y apropiación de las tecnologías.

Como resultado, las desigualdades sociales, económicas y culturales causan la brecha digital y al mismo tiempo, estas desigualdades condicionan seriamente su reducción. Las desigualdades sociales son el factor más limitante para aprovechar las ventajas de las TIC, para facilitar la inclusión digital y generar procesos de desarrollo.

En América Latina, la incidencia de factores económicos en las decisiones políticas, la creciente privatización de los procesos educativos y un desinterés de las autoridades educativas generan un avance desigual. Esto conduce a que el desarrollo de iniciativas en torno al movimiento de acceso abierto es aún incipiente (Babini, 2011).

Propuestas de actuación

Este listado en una propuesta preliminar, que puede ser enriquecida en la discusión colectiva.

- Normas de accesibilidad de los portales web: favorecer el acceso de las personas con discapacidad, haciendo hincapié en el desarrollo de aplicaciones que atiendan a las normas y criterios de inclusión y accesibilidad. Promover que todos los portales web gubernamentales nacionales cumplan las normas de accesibilidad establecidas por el Consorcio World Wide Web (W3C), (eLa2015, 2015).
- Definir un 'Currículo de Investigación e Innovación Responsable IIR' (Responsible Research and Innovation, RRI), relacionado con lo que enseñamos, la naturaleza de la ciencia, prácticas científicas y habilidades de investigación.
- Definir una Pedagogía RRI, es decir, el tipo de enseñanza recomendado, estrategias de enseñanza, actividades educativas, alineamiento de los objetivos y los materiales.
- Creación de un portal web de Alfabetización Científica con el objetivo de informar, sensibilizar y divulgar las buenas prácticas y las acciones programadas y desarrolladas para este proceso.
- Propuestas de formación del profesorado: programas y cursos breves de formación, utilizando recursos en línea basados en videos y guías explicativas, propuestas '*blended*' ('combinadas') con actividades presenciales y en línea, y videoconferencias.
- Encuentros entre científicos y la escuela, combinando la formación permanente del profesorado, con la participación de estudiantes y profesores en talleres científicos y divulgación de trabajos de investigación.

- Creación de guías y material didáctico, definiendo un marco de referencia para ello (diseño instruccional, estrategias de enseñanza y actividades educativas).
- Implementar Prácticas Educativas Abiertas, PEA (Open Educational Practices, OEP) para apoyar la reutilización y producción de REA a través de políticas institucionales, promoviendo modelos pedagógicos innovadores y el respeto y la autonomía de los estudiantes como co-productores en su aprendizaje para toda la vida. Las PEA están dirigidas a la comunidad en general: gestores de políticas, gestores/administradores de organizaciones, profesionales de la educación y educandos (OPAL: Open Educational Quality Initiative, 2012).
- Creación de una biblioteca de REA: incentivar a profesores e investigadores para aportar colaborativamente a un repositorio de recursos textuales, de video (subtitulados en su caso), simulaciones, guías de práctica, tutoriales, etc., reutilizables para el estudio de las ciencias. La descripción mediante metadatos de objetos de aprendizaje favorece su descubrimiento y reutilización.

Proyecciones y conclusiones

Estas conclusiones asumen la forma de preguntas para la reflexión y futura investigación.

Uno de los autores citados hacía mención a que los procesos de desarrollo sostenido y de inclusión enfrentan dificultades estructurales difíciles de superar, generan retraso y son consecuencia de relaciones de dominación y dependencia. En base a este planteamiento, surgen dos preguntas:

- ¿Cómo podríamos revertir esa situación, si existen fuertes intereses económicos y políticos interesados en mantener esas limitaciones estructurales?
- ¿Cómo apoyar el desarrollo de habilidades de pensamiento científico?, particularmente la calidad de la argumentación científica, donde aprender a argumentar con evidencia es esencial para comprender, construir y validar el conocimiento científico.

Algunas respuestas son:

- Proporcionando materiales de aprendizaje significativos,
- mediante tecnologías fáciles de usar,
- mediante proyectos interesantes, y
- mediante comunidades de práctica.

Esto requiere adoptar una metodología basada en la investigación, que proporcione la oportunidad de autoexpresión y la responsabilidad de tomar decisiones informadas. De allí las siguientes interrogantes:

- ¿Cómo pueden los ciudadanos alcanzar las habilidades necesarias para evaluar la fiabilidad de la información, los argumentos y las implicaciones éticas?
- ¿Cuál es la responsabilidad de las instituciones de educación superior, que cuentan con la capacidad de desarrollar habilidades de pensamiento científico?

Referencias bibliográficas

Aguilar, A. (1967). Teoría y política del desarrollo latinoamericano, Edic. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 1967, pp.103-104.

American Association for the Advancement of Science (1993). Benchmarks for Science Literacy. Oxford University Press.
Disponible en español en:
http://www.project2061.org/esp/publications/bsl/online/bchin.htm

Babini, D. (2011). Obtenido de revistacts.net: Acceso abierto a la producción científica de América Latina y el Caribe. Identificación de principales instituciones para estrategias de integración regional. Disponible en:
http://revistacts.net/files/Volumen%206%20-%20N%C3%BAmero%2017/Babini.pdf

CANTABRIA (2017). Modelo educativo de Cantabria, 2017. Plan para la mejora de la alfabetización y la cultura científica de la Consejería de Educación, Cultura y Deporte del gobierno de Cantabria, España.
Disponible en:
https://www.educantabria.es/1421-encuentro-ciencia/39716818-i-encuentro-educativo-la-ciencia-en-la-escuela.html

Castells, M. (1998). La era de la información: Economía, sociedad y cultura. Vol. 3 Fin de milenio. Pub. Alianza. España. ISBN 10: 8420642967 ISBN 13: 9788420642963.

CEPAL (2010). eLAC2015. Plan de Acción sobre la Sociedad de la Información y del Conocimiento de América Latina y el Caribe. Lima, noviembre de 2010. Disponible en:
https://www.cepal.org/socinfo/noticias/documentosdetrabajo/0/41770/2010-819-eLAC-Plan_de_Accion.pdf

Comisión Europea (2013). Comunicación de la comisión al Parlamento Europeo, al Consejo, al comité económico y social europeo y al comité de las regiones. Docencia y aprendizaje innovadores para todos a través de nuevas tecnologías y recursos educativos abiertos. Disponible en:

https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:52013DC0654&from=EN

ENCIENDE, Informe. Confederación de Sociedades Científicas de España (2011). Enseñanza de las ciencias en la didáctica escolar para edades tempranas en España. Disponible en: www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf

ENGAGE (2017). Equipping the Next Generation for Active Engagement in Science. Disponible en: https://www.engagingscience.eu/es

European Agency (2011). Agencia Europea para el Desarrollo de la Educación del Alumnado con Necesidades Educativas Especiales. Formación del profesorado para la educación inclusiva en Europa – Retos y oportunidades. Odense, Dinamarca. Disponible en: https://www.european-agency.org/sites/default/files/te4i-challenges-and-opportunities_TE4I-Synthesis-Report-ES.pdf

European Agency (2013). Agencia Europea para el Desarrollo de la Educación del Alumnado con Necesidades Educativas Especiales. Tecnologías de la Información y la Comunicación para la Inclusión – Avances y oportunidades en los países europeos. Odense, Dinamarca. Disponible en: https://www.european-agency.org/sites/default/files/ICT_for_Inclusion-ES.pdf

European Schoolnet (2018). Science, Technology, Engineering and Mathematics Education Policies in Europe. Scientix Observatory report. European Schoolnet, Brussels. Disponible en: http://www.scientix.eu/documents/10137/782005/Scientix_Texas-Instruments_STEM-policies-October-2018.pdf/d56db8e4-cef1-4480-a420-1107bae513d5

Gómez, R.; Delgadillo, K. & Stoll, K. (2003). Innovación para la inclusión digital. El Plan Ceibal en Uruguay. Disponible en: https://digital.fundacionceibal.edu.uy/jspui/handle/123456789/145

Kemp, A.C. (2002). Implications of diverse meanings for 'scientific literacy'. Proceedings of the 2002 Annual International Conference of the Association for the Education of Teachers in Science, pp. 1202-1229- Pensacola, F.L.

OMS (2001). Organización Mundial de la Salud; Banco Mundial: Informe Mundial sobre la Discapacidad. Disponible en: https://www.who.int/disabilities/world_report/2011/es/

ONU (2015). Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. Disponible en: http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/70/L.1&Lang=S

OPAL (2012). Open Educational Quality Initiative. Open Educational Quality Initiative. Disponible en: http://www.oerquality.org http://www.slideshare.net/avorio/oep-agenda-es

PISA (2015). Draft Frameworks. Disponible en: http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf

Sampaio, J.; Spigaroli, A.; Santos, D.; Schlünzen, E.; *et al*. (2005) Inclusão digital., pp. 213-214.

SciLit (Scientific Literacy at the school) (2018). Proyecto Alfabetización Científica en la Escuela: propuesta de una nueva metodología.
Disponible en:
http://digital.csic.es/bitstream/10261/171151/1/alfab-cientifica-nueva-metodologia.pdf

UNESCO (1990). Conferencia Mundial. Satisfacción de las Necesidades Básicas de Aprendizaje, Jomtien, Tailandia.
Disponible en: http://www.unesco.org/education/pdf/JOMTIE_S.PDF

UNESCO (1994). Sobre Necesidades Educativas Especiales: Acceso y Calidad. Salamanca, España. Disponible en:
http://www.unesco.org/education/pdf/SALAMA_S.PDF

UNESCO (1999). Conferencia Mundial para la Ciencia UNESCO, Declaración de Budapest. Disponible en:
https://www.oei.es/historico/salactsi/budapestdec.htm

UNESCO (2008). 'La Educación Inclusiva: El Camino Hacia el Futuro'. Disponible en:
http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/Policy_Dialogue/48th_ICE/General_Presentation-48CIE-4__Spanish_.pdf

UNESCO (2005). Hacia las sociedades del conocimiento. UNESCO, Paris. Disponible en:
http://www.lacult.unesco.org/docc/2005_hacia_las_soc_conocimiento.pdf

UNESCO (2005). Hacia las sociedades del conocimiento. UNESCO, Paris. Disponible en:
http://www.lacult.unesco.org/docc/2005_hacia_las_soc_conocimiento.pdf

Watkins, A. (Editor) (2007). Assessment in Inclusive Settings: Key Issues for Policy and Practice. Odense, Denmark.
Disponible en:
https://www.european-agency.org/sites/default/files/assessment-in-inclusive-settings-key-issues-for-policy-and-practice_Assessment-EN.pdf

CAPÍTULO 2

COMPETENCIAS DIGITALES Y PRÁCTICAS CIENTÍFICAS

UNA GUÍA TECNO-EDUCATIVA PARA LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN EDUCACIÓN PRIMARIA

Gimena Fussero*, Miguel Manzanilla C., Mario Quintanilla-Gatica, Alberto Labarrere S., Norbert Erdmann, Mirjamaija Mikkilä-Erdmann

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Justificación teórica
- Desarrollo
  Metodología y contexto
  Re-diseño de la estrategia
- Consideraciones finales
- Agradecimientos
- Referencias bibliográficas

(*) Profesora visitante del Proyecto AKA EDU-03, Enero 2019.

Resumen

En este capítulo, se presenta la revisión y modificación de una guía tecno-educativa, utilizada para la enseñanza de las Ciencias Naturales en educación primaria. La misma fue diseñada en el marco del proyecto AKAEDU-03 CONICYT, para desarrollar la búsqueda y gestión de información on-line, entendidas ambas como parte de las *Competencias digitales*. La guía fue implementada por 5 profesores, en 4 escuelas municipales de sectores vulnerables de la Región Metropolitana de Santiago (Chile). Durante su implementación, los docentes trabajaron con una "Bitácora del profesor", estructurada en tres partes, las cuáles contenían diferentes sesiones a desarrollar; en todas ellas las interrogantes planteadas fueron de tipo abierto, lo que permitió a los profesores argumentar sus respuestas. En dicha bitácora registraron desde cuestiones operacionales hasta cuestiones metacognitivas, respecto a sus prácticas y al desempeño de los estudiantes. Los principales resultados registrados en dichas bitácoras muestran que el diseño y la implementación de la guía tecno-educativa favorecieron el desarrollo de *Competencias digitales* en los estudiantes. En base a los resultados de dicha implementación, se realizó una modificación de la guía, donde se incluyeron actividades para promover el desarrollo de *Prácticas científicas*, más específicamente, la modelización. Para tal propósito, se utilizó el ciclo de modelización propuesto por Garrido Espeja (2016) para el diseño de las nuevas actividades, donde se incluyó a la programación con Scratch como herramienta mediadora de la modelización. Las actividades fueron diseñadas bajo dicho ciclo para operacionalizar la modelización, ya que presenta potencialidades para involucrar a los estudiantes en dicha práctica científica.

Introducción

La formación científica, para que desempeñe un papel central en el desarrollo de las personas, formando ciudadanos capaces de participar y tomar decisiones respecto a problemas socio-científicos, debe adquirirse desde los primeros años de escolarización (Macedo, 2016). En este contexto, la formación inicial y continua de profesores de Ciencias Naturales resulta un factor crítico. Un aspecto central de dicha formación lo constituyen el desarrollo de las competencias docentes, tanto en su formación inicial como continua, respecto a la integración de las TIC en las aulas en los diferentes contextos, procesos y niveles educativos.

Al respecto, la UNESCO (2008) señala que los profesores necesitan estar preparados para crear entornos educativos donde empoderar a los estudiantes

con las ventajas que aportan las TIC. Una manera de lograrlo, es proponer en las aulas estrategias que promuevan el tratamiento crítico de la información, su selección, análisis, evaluación y comunicación (Valdeverde-Crespo, Pro-Bueno y González-Sánchez, 2018) para lograr que los estudiantes desarrollen las competencias digitales. Las mismas incluyen, como se presenta más adelante, la competencia informacional, cuyo desarrollo contribuye al aprendizaje autónomo, promoviendo la resolución de problemas y logrando transformar la información en conocimiento de utilidad (Monereo y Badia, 2012).

En este sentido, las fuentes de información utilizadas por los estudiantes están migrando desde las consideradas fuentes tradicionales, como son los libros o enciclopedias, a Internet. Esto conlleva la necesidad de considerar que el docente ya no es quien posee la información, lo cual determina la modificación de los roles y de las relaciones que se establecen entre docentes, estudiantes y el conocimiento científico (Cabero Almenara y Llorente Cejudo, 2008). En este contexto, es necesario, como indica Monereo (2005), trabajar con los estudiantes en las aulas cuestiones referentes al consumo de información digital. Pero las investigaciones al respecto muestran que el uso de recursos digitales en las clases de ciencias es limitado, no aprovechándose todas las posibilidades que dichos recursos brindan (Grimalt, Pintó y Ametler, 2013). Las estrategias didácticas planteadas deben tener en cuenta las dificultades que acarrea la utilización de Internet como fuente de información, cuando la interacción de los estudiantes con las fuentes se lleva a cabo espontáneamente, es decir, sin ser objeto de la guía y aprendizaje. Por tal motivo, dicha interacción debe ser objeto directo y específico de la acción pedagógica, especialmente en lo que respecta al desarrollo de competencias digitales, fomentando el desarrollo de habilidades para resolver problemas, tomar decisiones fundamentadas respecto a aspectos científicos en su contexto, de manera que puedan desenvolverse en situaciones reales (Valdeverde-Crespo, Pro-Bueno y González-Sánchez, 2018).

Sin embargo, a pesar de la relevancia que cobró dicha competencia en los programas de Ciencias Naturales, todavía en las aulas no se proponen e introducen estrategias para promover su desarrollo. Los profesores proponen a sus alumnos que realicen búsquedas en Internet, pero sin formarlos previamente para este cometido, a lo cual se añade la ausencia de propósitos formativos claros, lo cual la mayoría de las veces conduce al fracaso de las actividades para el desarrollo de la competencia digital (Gómez, Cañas, Gutiérrez y Martín-Díaz, 2014). A partir de lo anterior, es patente que actividades orientadas al desarrollo de la competencia o las competencias digitales, deberían ser diseñadas e implementadas de

forma tal que la utilización de las TIC implique el involucramiento de diversas estrategias que propicien un aprendizaje participativo (Cabero Almenara y Llorente Cejudo, 2008).

Existe un amplio acuerdo sobre la necesidad de que la enseñanza de las ciencias considere cómo se produce y valida el conocimiento científico (Crujeriras y Jiménez Aleixandre, 2012). Si bien se reconoce, que las actividades mediante las cuales se construye la ciencia escolar son diferentes a las que realizan los científicos para construir conocimiento, en el marco de las prácticas científicas escolares, puede ser conveniente considerar formas de modelar o (re)presentar de alguna forma lo que acontece en el contexto de la ciencia, pues ello hace factible considerar a la clase –u otras situaciones de enseñanza y aprendizaje– como una comunidad que genera conocimiento científico escolar (Osborne, 2014). En este contexto, las prácticas científicas se constituyen en un marco didáctico para pensar la educación científica no centrada solamente en el conocimiento de contenidos, sino también en prácticas "similares" a aquellas mediante las cuales la ciencia construye conocimiento científico (NCR, 2012; Osborne, 2014). Además, dichas prácticas son concurrentes con las tres dimensiones de la competencia científica de PISA (explicar fenómenos, evaluar y diseñar investigaciones, interpretar datos e probar científicamente) (Crujeriras y Jiménez Aleixandre, 2012). Pero, participar en estas prácticas solo tiene valor si ayuda a los estudiantes a desarrollar una comprensión más profunda y más amplia sobre los conceptos epistémicos y los procedimientos que guían la práctica de la ciencia (Osborne, 2014).

Sin embargo, las prácticas científicas, y en concreto la modelización no se están incorporando a la escuela primaria, en parte por los desafíos didácticos que supone y en parte porque los modelos se consideran muy abstractos y por tanto inadecuado para niños pequeños (Schwarz *et al*., 2009). Además, otras investigaciones muestran que gran cantidad de docentes no perciben a esta práctica como relevante en sus aulas de ciencias, porque, entre otros motivos, no conocen las tareas de modelización (Justi y Gilbert, 2002). Sin embargo, es común que diferentes autores hagan énfasis en la idea de modelo científico como una representación física o computacional, por lo que entienden a un modelo científico más como una maqueta que como las ideas teóricas subyacentes que permiten desarrollar su función explicativa y predictiva (Garrido Espeja, 2016). En este marco, se considera a la modelización como el proceso de construcción de modelos, tanto los científicos como los escolares (Schwarz *et al*., 2009; Garrido Espeja, 2016), y a los modelos como una representación de una idea, un obje-

tivo, acontecimiento, proceso o sistema generado para un objetivo específico (Gilbert, Boulter y Elmer, 2000).

Dado que prácticamente toda la actividad de construcción del conocimiento científico está relacionada con la modelización y elaboración de modelos, el trabajo con modelos por parte de los estudiantes se constituye en un medio para que ellos actúen a la manera de "genuinas" comunidades indagatorias que construyen conocimientos, lo cual requiere y promueve el despliegue de sus competencias de pensamiento.

Desde esta perspectiva, se pretende involucrar a los estudiantes en la construcción de modelos científicos escolares (MCE) (Hernández, Couso y Pintó, 2015). Como plantea Acher (2014), incorporar la modelización en las clases de ciencia plantea desafíos a docentes, investigadores y didactas para co-generar estrategias/diseños didácticos factibles de aplicar en la realidad, que tengan sustento empírico y favorezcan la práctica de la modelización en los estudiantes.

En este sentido, una actividad que promueve el desarrollo de prácticas que implican la modelización es la programación, ya que posiciona a los estudiantes frente a situaciones problemáticas cuya resolución requiere de procesos cognitivos complejos (Vázquez-Cano y Ferrer Delgado, 2015). Al mismo tiempo, la capacidad de programar amplía el rango de lo que se puede crear y de lo que se puede aprender, ya que la programación implica la creación de representaciones externas en procesos de resolución de problemas y proporciona oportunidades para reflexionar sobre el propio pensamiento (Resnick, *et al*., 2009). Siguiendo esta línea, uno de los lenguajes de programación más reconocidos es Scratch. Este lenguaje se desarrolló en el Lifelong Kindergarten del Media Laboratory del MIT (Universidad de California, Los Ángeles). Es un entorno amigable que permite la creación de proyectos en forma de historias interactivas, juegos y secuencias animadas, con el agregado de que dichas creaciones son compartidas con otros usuarios en la *web* (Vázquez-Cano y Ferrer Delgado, 2015). Otra ventaja que ofrece Scratch es que ayuda al aprendizaje mediante el pensamiento computacional (Brennan y Resnick, 2012). Este concepto fue utilizado por primera vez por Seymour Papert (1980), no sólo referido a los informáticos sino para cualquier grupo de personas, ya que es aplicable a diferentes disciplinas para favorecer su aprendizaje.

Bajo lo anteriormente mencionado, en este capítulo se aportan reflexiones referentes al diseño de estrategias didácticas propuestas para el desarrollo de

Competencias digitales y *Prácticas científicas* en la enseñanza de las Ciencias Naturales en educación primaria.

Justificación teórica

Desde el nivel inicial es posible ayudar a los niños a interpretar el mundo que los rodea, para que en un futuro puedan desenvolverse como ciudadanos activos, críticos y autónomos (Gonçalves, Segura y Mosquera, 2010). Lo anterior implica enseñar Ciencias Naturales desde una perspectiva de derecho, con la convicción que los niños son ciudadanos, sujetos de derechos, dentro de los cuales está el tener oportunidades de acercamiento a la comprensión del mundo desarrollando competencias científicas básicas (Quintanilla, Orellana y Doza Rosales, 2011). Para lograr una enseñanza de las ciencias que promueva este tipo de formación ciudadana es necesario que los docentes diseñen e implementen actividades en donde los niños entren en contacto con ciertos fenómenos para captar su interés, dejarlos generar y responder sus propias preguntas y permitirles darse cuenta que sus ideas son importantes (Daza Rosales, Quintanilla, Muñoz Vélez y Arrieta Vergara, 2011).

En este escenario cobran relevancia las TIC, ya que modificaron los modos de vida de los ciudadanos y las maneras de relacionarse con la información, pudiendo éstas convertirse en impulsoras que promuevan cambios metodológicos en la enseñanza de las ciencias (Coll, 2008). Estas tecnologías ofrecen posibilidades para potenciar los espacios educativos; entre ellas, permiten la creación de entornos más flexibles, el aumento en las modalidades de comunicación y, en la organización de actividades, la potenciación de entornos interactivos, la ruptura de barreras espacio-temporales y amplía la cantidad de información al alcance los estudiantes (Cabero Almenara y Llorente Cejudo, 2008). Respecto a esta última, es necesario realizar una aclaración: tener más información no significa estar más informado ni adquirir conocimientos (Cabero Almenara y Llorente Cejudo, 2008). En este contexto, el rol de los profesores adquiere especial relevancia para planificar estrategias y poner en juego actividades en donde los estudiantes realicen un tratamiento de la información de manera consciente, tendiente a la adquisición, en este caso, de conocimientos de Ciencias Naturales. Sin embargo, los cambios suelen ser lentos y difíciles de llevar a cabo, tanto por razones concernientes ya sea a los propios docentes, ya sea a las instituciones.

Los contenidos científicos que en este momento llegan a los estudiantes, no provienen solo de las aulas sino también de otras fuentes como Internet o medios

masivos de comunicación (De Pro, 2012). Al respecto, investigaciones muestran que las formas tradicionales de búsqueda y procesamiento de información científica (libros, enciclopedias, revistas) están siendo reemplazadas por Internet (Revuelta y Corchero, 2015). Trabajos realizados, concernientes al uso que los estudiantes realizan de la tecnología, muestran que los mismos utilizan estrategias de poco nivel para buscar, seleccionar y evaluar la información y que dichas estrategias son difíciles de modificar (Colwell, Hunt y Reinking, 2013). De manera similar Monereo (2009) señala que las habilidades de los estudiantes para buscar y seleccionar información en Internet resultan limitadas, a efectos de transformarlas en conocimiento. En esta línea, Valdeverde-Crespo y González-Sánchez (2016) señalan que la selección de las páginas de Internet se basa en la posición que ocupan las mismas en buscadores de referencia y su utilidad está enfocada en actividades concretas y no a la adquisición de conocimiento. Otra investigación (Valdeverde-Crespo, Pro-Bueno y González-Sánchez, 2018) muestra que los estudiantes reflexionan poco sobre el tratamiento que realizan con la información que buscan en la *web*, valoran sólo los títulos de las mismas, no logran identificar información conflictiva o errónea, dificultándose la interpretación de la misma.

En línea con lo anterior, un enfoque muy extendido dentro de la didáctica de las Ciencias Naturales es el de estructurar su enseñanza alrededor del desarrollo de *Competencias científicas*. Existe una amplia bibliografía respecto a la definición de las mismas. La más difundida es la aportada por el Programa de Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA por sus siglas en inglés) de la OECD (2013), que la formula en base a tres subcompetencias:

- Explicar fenómenos científicamente.
- Evaluar y diseñar experimentos y preguntas científicas
- Interpretar datos y pruebas científicamente.

Esta última es la que cobra relevancia en este trabajo. La misma contempla que, para que un ciudadano sea considerado alfabetizado científicamente, debe ser capaz de realizar un tratamiento eficaz de la información para transferirlo a otras situaciones (Valdeverde-Crespo, Pro-Bueno y González-Sánchez, 2018). Otros autores que siguen esta línea (Cañal, 2012) plantean que los ciudadanos, para ser científicamente competentes, deben poder “buscar y seleccionar información relevante” y también “valorar la calidad de la información respecto a su procedencia y a la metodología empleada para generar dicho conocimiento”. De aquí, se desprende que dentro de la competencia científica se incluyen las *Competencias digitales* y la *Competencia informacional*. Vuorikari y colaboradores

(2016) definen, para las *Competencias digitales,* cinco áreas. La primera de ellas involucra a la información (identificar, localizar, recuperar, almacenar, organizar y analizar la información digital, evaluando su finalidad y relevancia), de lo que se desprende que la *Competencia informacional* forma parte de las *Competencias digitales*, siguiendo a estos referentes teóricos.

Otra dimensión involucrada en el desarrollo de las competencias científicas la constituye las *Prácticas científicas*. Cuantiosas investigaciones manifiestan la necesidad de involucrar a los estudiantes, en sus distintas etapas educativas, en las *Prácticas científicas* (NRC, 2012; Osborne, 2014), haciendo hincapié en que ellos participen en actividades cognitivas, discursivas y sociales que les permitan desarrollar razonamiento, habilidades y argumentaciones propias de la ciencia (Kelly y Chen, 1999), es decir, las prácticas de modelización, indagación y argumentación. Más específicamente, la modelización como práctica científica, adquirió especial interés dentro del campo teórico de la didáctica (Adúriz-Bravo e Izquierdo, 2009). En este contexto, la modelización es entendida como el proceso de construcción de modelos tantos científicos como escolares (Schwarz *et al*., 2009), y los modelos son entendidos como una representación de una idea, un objetivo, acontecimiento, proceso o sistema generado para un objetivo específico (Gilbert, Boulter y Elmer, 2000). Dichos modelos son necesarios en la ciencia porque permiten explicar y predecir fenómenos a diferentes escalas, macro y microscópicas, de distintos fenómenos naturales. Allí donde se hace imposible o muy dificultoso el contacto con el "objeto" original, el modelo permite investigar el objeto, al considerar que entre modelo y objeto existe determinada relación. Por su lado, los niños desde pequeños comienza a construir modelos simples pero luego, en instancias escolares posteriores, los modelos se vuelven más abstractos (Osborne, 2014). Implicar a los estudiantes en el modelado no se trata solo se desarrollar su compresión respecto a conceptos de la ciencia, sino de desarrollar una forma de metaconocimiento sobre la ciencia, es decir, un conocimiento de las características específicas de la ciencia (Osborne, 2014) y, en este caso, de la importancia de los modelos como mediaciones para el conocimiento. En palabras de Lehrer y Schauble (2006) ayudaría a los estudiantes a entender no sólo las ideas centrales de las diferentes disciplinas científicas sino también adquirir conocimiento epistemológico. De esta manera, resulta imposible separar a la ciencia y a su enseñanza de los modelos, dado que estos son, a la vez, productos de la ciencia y las principales herramientas de aprendizaje que requieren de actividades de pensamiento superior (Gilbert, 1993). En esta línea, y desde la perspectiva de Giere (1988), enseñar ciencias consiste en desarrollar y argumentar distintos modelos de manera que se puedan redescribir entre sí.

Estructurar la ciencia escolar alrededor de la modelización permite recrear un saber, de manera que los alumnos comprendan el funcionamiento del mundo natural (Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009) y es, a la vez, un vehículo sumamente potente para introducirlos en la investigación.

Debido a la relevancia de la modelización en la enseñanza de las ciencias, diferentes autores realizaron propuestas sobre cuáles deberían ser las etapas en el proceso de modelización. En esta línea se encuentran Schwarz y colaboradores (2009), Baek y coautores (2011) y Garrido Espeja (2016), siendo esta última la autora considerada para el diseño de las actividades modelización. En tal ciclo, ella propone seis fases: (1) Reconocer la necesidad de un modelo, (2) Expresar/utilizar el modelo inicial, (3) Evaluar el modelo, (4) Revisar el modelo, (5) Expresar el modelo final y (6) Utilizar el modelo para explicar nuevos fenómenos. Las fases planteadas en este ciclo de modelización se proponen para cada una de las ideas clave del modelo que se quiere construir. Además, no es necesario que se sigan todas las fases del ciclo, por ejemplo la fase de representación del modelo (1) y la fase de transferencia del modelo a un nuevo fenómeno (6) pueden desarrollarse por el conjunto del modelo y no para cada idea que se quiere construir del mismo.

En este sentido, una herramienta para la modelización es la programación. El lenguaje de la programación permite el desarrollo de competencias del "siglo XXI", como lo son el pensamiento crítico, la comunicación efectiva, el trabajo en equipo, el manejo de información (Sunkel y Trucco, 2012) y por ello se presenta como una herramienta que permite la construcción de modelos escolares en el aprendizaje de las ciencias. También es una actividad que promueve el desarrollo del pensamiento superior a través de representaciones, ya que posiciona a los estudiantes frente a situaciones problemáticas cuya resolución requiere de procesos cognitivos complejos (Vázquez-Cano y Ferrer Delgado, 2015). Al mismo tiempo, la capacidad de programar amplía el rango de lo que se puede crear y de lo que se puede aprender, ya que la programación implica la creación de representaciones externas en procesos de resolución de problemas y proporciona oportunidades para reflexionar sobre el propio pensamiento (Resnick *et al*., 2009). Además, si se diseñan actividades apropiadas, la programación promueve la creatividad y permite oportunidades para el aprendizaje auténtico (Vázquez-Cano y Ferrer Delgado, 2015). Por otra parte, se fomenta el desarrollo del pensamiento computacional (Wing, 2006, 2011), que no es sinónimo de capacidad para programar una computadora sino que requiere pensar en diferentes niveles de abstracción y es independiente de los dispositivos digitales. En este

sentido, la programación no es sólo una competencia cognitiva, sino que permite un aprendizaje social creando nuevas ecologías de aprendizaje (Valdeverde Berrocoso, Fernández Sánchez y Garrido Arroyo, 2015).

Siguiendo esta línea, Scratch es uno de los lenguajes de programación más reconocidos. Este lenguaje se desarrolló en el Lifelong Kindergarten del Media Laboratory del MIT (Universidad de California, Los Ángeles). Es un entorno amigable que permite la creación de proyectos en forma de historias interactivas, juegos, secuencias animadas con el agregado que dichas creaciones son compartidas con otros usuarios en la *web* (Vázquez-Cano y Ferrer Delgado, 2015). Scratch constituye una de las más grandes comunidades de aprendizaje con sus más de un millón de usuarios (Valverde Berrocoso, Fernández Sánchez y Garrido, 2015). Es uno de los lenguajes de programación más reconocidos. Permite crear historias interactivas, animaciones, juegos, música, etc. La programación en este espacio, se basa en un conjunto de instrucciones icónico/textuales que se combinan o encastran para crear programas. Estos bloques sólo se acoplan si la sintaxis es correcta, lo que libera al estudiante de la complejidad de la misma y le permite concentrarse en la solución del problema. En este sentido, la incorporación de Scratch permite avanzar sobre la resolución de problemas. Este software ofrece un ambiente para programar, pero los problemas o desafíos no son propuestos desde la aplicación, por lo que deben ser planteados a los estudiantes desde afuera, como una actividad (Astudillo, Bast y Willging, 2016). Además, el pensamiento computacional que se desarrolla con la utilización de estos programas es fundamental para la ciencia, ya que permite la representación de variables, la representación simbólica de las relaciones y la predicción de resultados, siendo dicho pensamiento –junto con el matemático– otra de las prácticas científicas propuestas por Osborne (2014), al igual que la modelización.

En resumen, en la enseñanza de las Ciencias Naturales en educación primaria las TIC adquieren un rol relevante. Cómo tratar la información que en dichas tecnologías se presenta es tarea del desarrollo de las competencias digitales de los estudiantes y más precisamente de la competencia informacional.

Desarrollo

Metodología y contexto

La presente investigación se enmarcó dentro del proyecto multidisciplinario AKAEDU-03 CONICYT, cuyo propósito es *promover el aprendizaje y la enseñanza competencial en diferentes dominios disciplinares, a través de la consulta en línea del estudiantado de primaria*.

Bajo dicho contexto, se realizó la implementación de una guía tecno-educativa apoyada en un video animado como recurso educativo. Su finalidad fue fortalecer el proceso de enseñanza de las Ciencias Naturales en el nivel básico, utilizando recursos didácticos que pueden ser desarrollados bajo herramientas tecnológicas de fácil implementación (Labarrere, Manzanilla, Ibañez y Quintanilla, 2019).

Para su puesta en marcha y seguimiento, los estudiantes utilizaron un "Cuadernillo del alumno" y los docentes una "Bitácora del profesor" (Quintanilla *et al*., 2018).

El cuadernillo cumplió la función de servir como material de apoyo y mediación durante la fase de intervención. Con su diseño e implementación se pretendió que los estudiantes pusieran en juego habilidades para el análisis detenido, la reflexión y evaluación profunda, todas ellas competencias requeridas para aproximarse de manera crítica a diferentes situaciones problemáticas. En otras palabras, fueron diseñadas con la finalidad de que los estudiantes pusieran en juego *Competencias digitales* relacionadas, en este caso, con la búsqueda, evaluación y síntesis de la información *online* o en otras situaciones donde se propongan actividades de carácter similar. El cuadernillo se estructuró en 26 interrogantes distribuidas en tres módulos (*Búsqueda* de información en la *web*, *Evaluación* de la información obtenida en la *web* y *Síntesis* de la información encontrada en la *web*). Las interrogantes propuestas tenían el formato de preguntas abiertas (la respuesta se argumenta en función del planteamiento realizado), de preguntas de selección simple (se selecciona solo una respuesta según a escala ordinal utilizada) y, por último, de preguntas de selección múltiple (se selecciona más de una opción de la lista). Los estudiantes observaban cada uno de los tres videos y luego de cada observación contestaban los interrogantes, a medida que iban apareciendo en la secuencia. Finalmente resolvían los ejercicios planteados siguiendo las pautas descritas por los docentes de aula.

Por su parte, la bitácora tuvo el propósito de reforzar y coordinar el desarrollo efectivo de cada fase del proceso de intervención, registrando aspectos que los profesores consideraron relevantes para analizar y para lograr una reflexión y evaluación permanentes, con el fin de mejorar cada fase de implementación (búsqueda, evaluación y síntesis de la información). A la vez, la bitácora estaba destinada a ser un instrumento que propiciara la reflexión de los docentes sobre su propia práctica (metacognición) y a incorporarla de manera activa al proceso de investigación, mediante el análisis y la expresión de sus puntos de vista.

La bitácora se encontraba estructurada en tres partes, las cuáles a su vez contenían diferentes sesiones a desarrollar. Las interrogantes que se plantearon fueron de tipo abierto, lo cual permitió a los profesores argumentar sus respuestas. La primera parte (Uso del cuadernillo y videos) se desarrolló en tres sesiones (Búsqueda, Evaluación y Síntesis), la segunda parte –Aplicación del contenido curricular– constó de cuatro sesiones (Búsqueda y Evaluación del contenido curricular), mientras que la parte tres se desarrolló bajo reuniones de evaluación/reflexión entre los profesores y el equipo asesor del proyecto.

La guía fue implementada por 5 profesores en 4 escuelas municipales de sectores vulnerables de la Región Metropolitana de Santiago (Chile). El espacio curricular se correspondía a Ciencias Naturales, donde las disciplinas que la componen abordan una amplia gama de fenómenos naturales, permitiendo el aprendizaje de los mismos y desarrollar una visión integral de la naturaleza. Los estudiantes participantes pertenecían a 5° y 6° básico, grados donde los objetivos de aprendizaje no pretenden que ellos desarrollen la totalidad de las destrezas científicas, sino que aprovechen las oportunidades que ofrece el ámbito educativo para desarrollar una determinada manera de interpretar el mundo natural.

Luego de la observación de los videos y de la implementación de la guía, los principales resultados respecto a las bitácoras de los profesores indican que el diseño favoreció el desarrollo de competencias digitales. Al respecto, los docentes señalaron que la utilización de ambos recursos motivaron a los estudiantes. Además, se indicó que los alumnos participaron activamente de la segunda sesión, donde se evaluaba la información de las páginas *web* lográndose ambientes participativos. Otra valoración importante, destacada por los profesores, fue respecto a la cuidadosa selección de las páginas *web* a utilizar por los estudiantes realizada por el equipo asesor, lo que permitió una evaluación profunda por parte de los participantes respecto a dichas páginas. Los profesores que implementaron la guía también destacaron que los estudiantes se identificaron

"100%" con los personajes de los videos, permitiendo que las actividades del "Cuadernillo del alumno" fueran realizadas con una dinámica activa.

Otros resultados señalan que los estudiantes pudieron buscar, identificar y evaluar las fuentes de información de las páginas *web* que utilizaron al momento de la aplicación del contenido curricular propuesto por los profesores.

En base a los resultados anteriormente mencionados, que muestran las potencialidades de la implementación de la Guía tecno-educativa, se propone a continuación la modificación de un segmento de la misma para incorporar al desarrollo de las competencias digitales y el desarrollo de la práctica científica de la modelización.

Re-diseño de la estrategia

En base a los resultados registrados en las bitácoras de los profesores, respecto de la implementación de la guía tecno-educativa, se propone el siguiente rediseño de las actividades. Las mismas se planificarán para implementarse en 6° básico. Dicha elección se justifica porque en la estrategia original de la búsqueda, evaluación y síntesis de la información se encontraba dirigida al "Desierto florido" y en el diseño curricular de Ciencias Naturales de 6° básico se encuentra como objetivo "Representar, por medio de modelos, la transferencia de energía y materia desde los organismo fotosintéticos a otros seres vivos por medio de cadenas y redes alimentarias en diferentes ecosistemas". Se propone, entonces, que los estudiantes construyan modelos respecto a "Tramas tróficas en el desierto florido" lográndose de esta manera la articulación entre ambos contenidos. Dichos modelos serán explicitados a través de proyectos en Scratch. La elección de dicha herramienta no sólo se encuentra justificada teóricamente, sino también por el hecho de que las destrezas específicas respecto al uso de las TIC contribuyen al desarrollo de habilidades de las Ciencias Naturales, contribuyendo a internalizar las formar de pensar asociadas a estas tecnologías.

La parte 1, donde se desarrollan los módulos de búsqueda, evaluación y síntesis de la información, se realizó a partir de las temáticas "¿Por qué crecen las flores en el desierto?" y "Desierto florido", tal cómo se propone en la estrategia original (para más información dirigirse a la página *web* del proyecto AKAEDU-03).

Los cambios introducidos se encuentran en la parte 2 de la secuencia (Fig. 1), ocupando un total de cuatro clases.

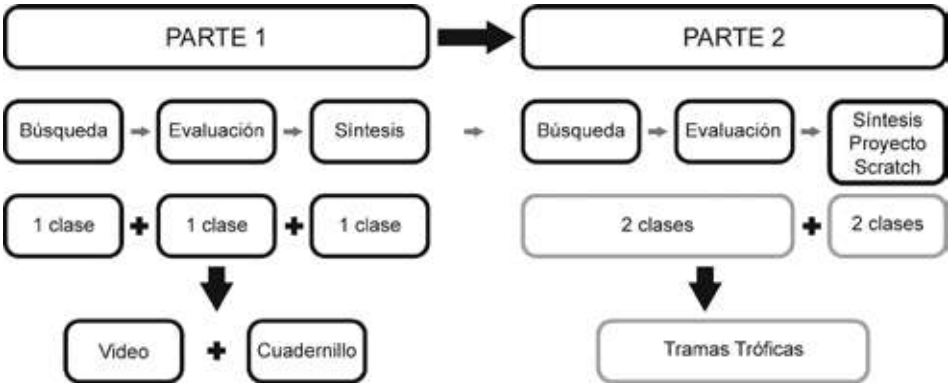

Figura 1. Esquema de los módulos de trabajo propuestos a los estudiantes. En gris se muestran los momentos en los cuales se introdujo el ciclo de modelización. Modificado de Quintanilla, 2018.

En dichos cambios se introdujo el ciclo de modelización propuesto por Garrido Espeja (2016). En tal ciclo la autora propone seis fases: reconocer la necesidad de un modelo, expresar/utilizar el modelo inicial, evaluar el modelo, revisar el modelo, expresar el modelo final y utilizar el modelo para explicar nuevos fenómenos. Se optó por dicha propuesta porque se la consideró como una herramienta útil para la construcción de ideas claves, por parte de los estudiantes desde la perspectiva de la modelización. Además permite no sólo el diseño de secuencias didácticas sino también su posterior análisis, lo que la constituye en un instrumento con grandes potencialidades para involucrar a los estudiantes en las prácticas científicas, específicamente, la modelización.

Es entonces que, en base a dicho ciclo se proponen las siguientes actividades (Tabla 1).

Fases del ciclo de modelización	Actividades
Reconocer la necesidad de un modelo	1. Planteamiento del interrogante: ¿Se podrá representar una trama trófica? ¿De qué manera lo realizarían?
Expresar/Utilizar el modelo inicial	2. Esquematizar diferentes tramas tróficas explicando los diferentes niveles tróficos y sus interrelaciones.
Evaluar el modelo	3. Proponer una trama trófica que ocurra en el “Desierto florido”. Describir y explicar que sucedería si alguno de los niveles tróficos no se encuentran presentes.

Revisar el modelo	4. A partir de nueva información teórica, buscada y evaluada, discutir entre pares y luego ejemplificar sus ideas respecto a los niveles tróficos.
Expresar el modelo final	5. Representación mediante un proyecto de Scratch del modelo consensuado (Trama trófica del Desierto Florido).
Utilizar el modelo para explicar nuevos fenómenos	6. Realizar modificaciones en el proyecto de Scratch de manera que se represente una trama trófica de “Bosque valdiviano”.

Tabla 1. Descripción de las fases del ciclo de modelización propuesto por Garrido Espeja (2016) junto a las actividades que se plantean para desarrollar dicho ciclo en la secuencia didáctica.

Se pretende con dichas actividades aproximar a los estudiantes al siguiente MCE respecto a las “Tramas tróficas”:

1. A la transferencia de energía, a lo largo de un ecosistema, se la denomina “flujo de energía”.
2. La representación de ese flujo de energía se conoce como cadena trófica.
3. En la naturaleza, las relaciones tróficas no existen como cadenas tróficas simples, sino que en un mismo ecosistema existen numerosas cadenas tróficas combinadas formando diferentes redes tróficas.
4. En las redes tróficas se observa cómo las fluctuaciones en una especie determinada puede afectar no solo a las especies relacionadas directamente con ella, sino también a otras especies relacionadas indirectamente con ella afectándose diferentes niveles tróficos.

Se optó por el ciclo de modelización propuesto por Garrido Espeja (2016) porque en dicho ciclo se separa la actividad científica que se quiere promover de la actividad que se diseña para alcanzar dicho objetivo. Las fases planteadas se proponen en conjunto para desarrollar las cuatro ideas claves del MCE que se quiere construir.

Para las actividades 5 y 6, si bien Scratch presenta una interfaz sencilla de utilizar (Fig. 2), se sugiere consultar los materiales propuestos por la Fundación Sadosky (2018) disponibles en el portal www.program.ar de la Presidencia de la Nación (Argentina).

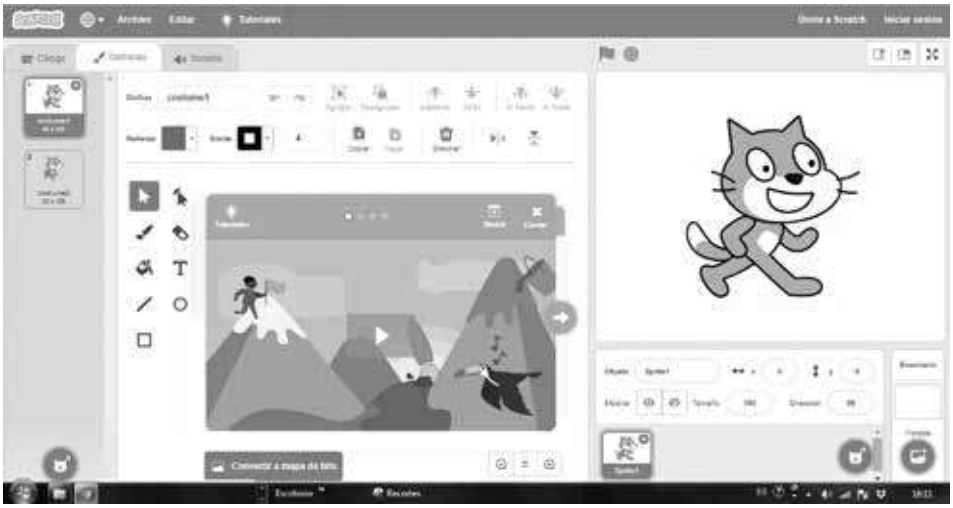

Figura 2. Interfaz de Scratch (Tomado de www.scratch.mit.edu).

A continuación se presenta un resumen de los principales cambios introducidos a la secuencia didáctica original. Dichos cambios se incorporaron en la parte 2 de la secuencia, mediante el ciclo de modelización según Garrido Espeja (2016) para la construcción del MCE de "Tramas tróficas".

PARTES	VERSIÓN 1	VERSIÓN 2
1	**Contenido:** ¿Por qué florecen las flores en el desierto? **Recursos:** Video y Cuadernillo **Actividades:** Preguntas abiertas, preguntas de selección simple y preguntas de selección múltiple.	**Contenido:** ¿Por qué florecen las flores en el desierto? **Recursos:** Video y Cuadernillo **Actividades:** Preguntas abiertas, preguntas de selección simple y preguntas de selección múltiple.
2	**Contenidos:** Desierto florido **Materiales:** Video y Cuadernillo **Recursos:** Preguntas abiertas, preguntas de selección simple y preguntas de selección múltiple.	**Contenidos:** Tramas tróficas en el desierto florido. **Recursos:** Scratch. **Actividades:** Ciclo de modelización (Tabla 1).

Tabla 2. Comparación de los contenidos, recursos y actividades propuestas en la estrategia original (versión 1) y las modificaciones introducidas (versión 2).

Se espera que las actividades aquí diseñadas en base al ciclo de modelización de Garrido Espeja (2016), promuevan un proceso de modelización en los estudiantes o les permitan una primera aproximación al mismo para luego ir sofisticando dicho modelo y alcanzar un MCE más potente a lo largo de su escolarización.

Consideraciones finales

En los últimos años, las investigaciones en didáctica de las ciencias realizaron aportes valiosos respecto de cómo diseñar estrategias didácticas que promuevan aprendizajes significativos. Existe un consenso en que incluir actividades que promuevan el desarrollo de *Competencias digitales* en contextos conocidos por los estudiantes, donde puedan realizarse preguntas e investigar sobre ellas, crea entornos que facilitan el aprendizaje de las ciencias (Valdeverde-Crespo, Pro-Bueno y González-Sánchez, 2018).

Por otro lado, el desarrollo de este tipo de competencias es esencial para la formación de nuevos científicos, porque mucha de la bibliografía científica de calidad se encuentra en la *web* y allí es donde se realizan las búsquedas y la selección de la información (Yeagley, Porter, Rhoten y Topham, 2016). Sin embargo, el desarrollo de estas competencias no debe limitarse a los científicos ni a los futuros científicos sino que deben propiciarse desde la enseñanza de las Ciencias Naturales en las primeras edades, para que los niños puedan desenvolverse en la cultura científica.

En este escenario, la etapa siguiente a esta investigación implica la implementación de la guía tecno-educativa, con las modificaciones realizadas para incluir el desarrollo de la modelización como una *Práctica científica* junto con las *Competencias digitales* que ya se incluían en la propuesta original. En este sentido, los educadores no cuentan con suficientes materiales curriculares que apoyen el uso de los modelos científicos en las clases de ciencias, o bien tienen una experiencia limitada respecto a la potencialidad de los MCE, centrándose su utilidad en la enseñanza de algún contenido pero no sobre la naturaleza de la ciencia (Justi y Gilbert, 2002).

Se espera, entonces, que la inclusión del ciclo de modelización según Garrido Espeja (2016) contribuya al desarrollo del MCE, respecto a “Tramas tróficas”, permita acercar a los estudiantes a la modelización.

Además, luego de dicha implementación y con los datos que surjan de la misma, se espera completar esta investigación y se siga con la retroalimentación entre docentes e investigadores, lo que permite el re-diseño de estrategias tendientes a favorecer el aprendizaje de las Ciencias Naturales en educación primaria.

Agradecimientos

A la directora de la Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología (FCEFyN-UNC. Argentina), Dra. Nora Valeiras. Al director del Proyecto AKAEDU-03, Dr. Mario Quintanilla-Gatica. A las directoras del grupo CienciaTIC-EDUCEVA (FCEFyN-UNC. Argentina), Dra. Maricel Occelli y Dra. Leticia García.

Referencias bibliográficas

Acher, A. (2014). Como facilitar la modelización científica en el aula. *TED*, *36*, 63-76.

Adúriz-Bravo, A. & Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, *4*, 40-49.

Astudillo, G. J., Bast, S. G. & Willging, P. A. (2016). Enfoque basado en gamificación para el aprendizaje de un lenguaje de programación. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, *7*(12), 125-142.

Baek, H., Schwarz, C., Chen, J., Hokayem, H. & Zhan, L. (2011). Engaging Elementary Students in Scientific Modeling. The MoDeLS 5th Grade Approach and Findings. En M. S. Khine e I. M. Saleh (Eds.), *Dynamic modeling: Cognitive tool for scientific enquiry*. Dordrecht: Springer.

Brennan, K., & Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. *Proceedings of the 2012 Annual Meeting of the American Educational Research Association.* American Educational Research Association.Vancouver, Columbia Británica. Canadá.

Cabero Almenara, J. & Llorente Cejudo, M. C. (2008). La alfabetización digital de los alumnos. Competencias digitales para el siglo XXI. *Revista Portuguesa de Pedagogía*, *42*(2), 7-28.

Cañal, P. (2012) ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la escuela*, *78*, 5-17.

Coll, C. (2008). Aprender y enseñar con las TIC: expectativas, realidad y potencialidades. En Cameiro, R., Toscano, J. C., Díaz, T. (coord.). *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo* (113-126). Madrid: Metas Educativas de la OEI.

Colwell, J., Hunt, S. & Reinking, D. (2013). Obstacles to Developing Digital Literacy on the Internet in Middle School Science Instruction. *Journal of Literacy Research*, *45*(3), 295-324.

Crujeiras, B. I. y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2012). Participar en las prácticas científicas. *Alambique*, *72*, 12–19.

Daza Rosales, S.; Quintanilla-Gatica, M.; Muñoz Vélez, E. L. & Arrieta Vergara, J. R. (2011). La ciencia como cultura y cultura de la ciencia: su contribución en el desarrollo de pensamiento científico en los niños. En Daza Rosales, S. & Quintanilla-Gatica, M. (eds.), *La Enseñanza de las Ciencias Naturales en las Primeras Edades. Su Contribución a la promoción de Competencias de Pensamiento Científico*. Volumen 5, (33-58). Barrancabermeja: Litodigital.

De Pro, A. (2012). Las implicaciones sociales del conocimiento científico y tecnológico forman parte de éste y, por lo tanto, de su enseñanza. En Predancini, E. (coord.). *Once ideas clave: El desarrollo de la competencia científica*, (171-194). Barcelona: Graó.

Fundación Sadosky (2018). *Ciencias de la Computación para el aula. Manual para docentes. Segundo ciclo primaria*. Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva. Presidencia de la Nación. Argentina.

Garrido Espeja, A. (2016). *Modelització i models en la formació inicial de mestres de primària des de la perspectiva de la pràctica científica*. Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.

Giere, N. R. (1988). *Explaining science: A cognitive approach*. Chicago, Estados Unidos: The University of Chicago Press.

Gilbert, J. K. (1993). *Model and modelling in science educations*. Hatfield, Reino Unido: The Association for Science Education.

Gilbert, J. K., Boulter, C. J. & Elmer, R. (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. En J. K. Gilbert y C. J. Boulter (Eds.). *Developing Models in Science Education*, Dordrecht: Kluwer.

Gómez, M. A., Cañas, A. M., Gutiérrez, M. S. & Martín-Díaz, M. J. (2014). Ordenadores en las aulas: ¿Estamos preparados los profesores? *Enseñanza de las Ciencias*, *32*(2), 239-250.

Gonçalves S.; Segura A. & Mosquera, M. (2010). *Didáctica de las Ciencias Naturales en el Nivel Inicial*. 1° edición. Buenos Aires: Bonum.

Grimalt, C., Pintó, R. & Ametler, J. (2013). La utilización del aula digital en las clases de ciencias de secundaria. Análisis de la situación actual: Proyecto ADIGIC. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, *75*, 91-98.

Hernández, M. I., Couso, D. & Pintó, R. (2015). Analyzing Students' Learning Progressions Throughout a Teaching Sequence on Acoustic Properties of Materials with a Model-Based Inquiry Approach. *Journal of Science Education and Technology*, *24*(2), 356–377

Justi, R. S. & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers´ views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, *24*(4), 369-387.

Kelly, G. J. & Chen, C. (1999). The sound of music: Constructing science as sociocultural practices through oral and written discourse. *Journal of Research in Science Theaching*, 36(8), 883-915.

Labarrere, A., Manzanilla, M, Ibañez, B. & Quintanilla, M. (2019). Guía tecno-educativa para la enseñanza de las Ciencias Naturales en primaria, video y cuadernillo como recursos para promover el desarrollo de habilidades de búsqueda y gestión de información on-line. X Congreso Iberoamericano de Educación Científica. Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias en Debate. 25 al 28 de marzo. Montevideo. Uruguay.

Lehrer, R. & Schauble, L. (2006). Scientific thnking ans science literacy: Supporting development in learning in contexts. En Damon, W. y Lerner, R. M. (eds. serie) y Renninger, K. A. y Sigel, I. E. (eds. volumen). *Handbook of Child Psychology*: *Chilp psychology in practice*. 6º edición. (153-196). Hoboken, New York: John Wiley and Sons.

Macedo, B. (2016). *Educación científica*. Oficina de Montevideo. Oficina Regional de Ciencias para América Latina y el Caribe. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). Foro abierto de Ciencias Latinoamérica y Caribe. (CILAC). Montevideo.

Monereo, C. (2005). Internet, un espacio idóneo para desarrollar las competencias básicas. En Monereo, C. (coord.). *Internet y competencias básicas: Aprender a colaborar, a comunicarse, a aprender*, (5-26). Barcelona: Graó.

Monereo, C. (2009). Competencia digital: para qué, quién, dónde y cómo debe enseñarse. *Aula de Innovación Educativa*, *181*, 9-12.

Monereo, C. & Badia, A. (2012). La competencia informacional desde una perspectiva psicoeducativa: enseñanza basada en la resolución de problemas prototípicos y emergentes. *Revista Española de Documentación Científica*, Nº Monográfico, 75-99.

National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington, DC: National Academy of Sciences.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2013). PISA. Informe Competencias científicas para el mundo del mañana. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos. París, Francia.

Organización de las Naciones Unidas, para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO). (2008). Estándares de competencias en TIC para docentes. Londres, UK.

Osborne, J. (2014). Teaching scientific practices: Meeting the challenge of change. *Journal of Science Teacher Education*, *25*, 177–196.

Quintanilla-Gatica, M.; Orellana, M. L. & Daza Rosales, S. (2011). La ciencia en las primeras edades como promotora de competencias de pensamiento científico. En Daza Rosales, S. y Quintanilla-Gatica, M. (Eds.), *La Enseñanza de las Ciencias Naturales en las Primeras Edades. Su Contribución a la promoción de Competencias de Pensamiento Científico*. Volumen 5, (59-82). Barrancabermeja: Litodigital.

Quintanilla, M. (dir.) Labarrere, A., Joglar, C., Ibañez, B. &Rodriguez, M. (2018).Cuadernillo del profesor. Proyecto AKAEDU-03. Santiago de Chile: Editorial Bellaterra Ltda.

Resnick, M., Maloney, J., Monroy-Hernández, A., Rusk, N., Eastmond, E., Brennan, K., Millner, A., Rosenbaum, E., Silver, J., Silverman, B., & Kafai, Y. (2009). Scratch: Programming for all. *Communications of the ACM*, *52*(11), 60-67.

Revuelta, G. & Corchero, C. (2015). Acceso a la información sobre ciencia y tecnología: evolución e implicaciones. En Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (Ed.). *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología*, (99-130). Madrid: FECYT.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B. & Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(6), 632–654.

Sunkel, G. & Trucco, D. (2012). *Las tecnologías digitales frente a los desafíos de una educación inclusiva en América Latina. Algunos casos de buenas prácticas*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Santiago de Chile.: Publicación de las Naciones Unidas. Valverde Berrocoso, J., Fernández Sánchez, M. R. y Garrido Arroyo, M. C. (2015). El pensamiento computacional y las nuevas ecologías del aprendizaje. *Revista de Educación a Distancia*, *46*(3). Recuperado de https://www.um.es/ead/red/46/valverde_et_al.pdf

Valdeverde-Crespo, D. & González-Sánchez, J. (2016). Búsqueda y selección de información en recursos digitales: Percepciones de alumnos de Física y Química de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato sobre Wikipedia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *1*3(1), 67-83.

Valdeverde-Crespo, D., Pro-Bueno, A. & González-Sánchez, J. (2018). La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *15*(2), 2105.

Vázquez-Cano, E. & Ferrer Delgado, D. (2015). La creación de videojuegos con Scratch en educación secundaria. *Communication papers. Media literacy & Gender Studies, 4*(6), 63-73.

Vuorikari, R., Punie, Y., Carretero Gómez, S. & Van den Brande, G. (2016). DigComp 2.0: The Digital Competence Framework for Citizens. Update Phase 1: *The Conceptual Reference Model*. Luxembourg Publication Office of the European Union. EUR 27928 EN. Doi: 10.2791/11517.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, *49*(3), 33-35.

Wing, J. M. (2011). *Research Notebook: Computational Thinking. What and Why? The Link*. The magazine of the Carnegie Mellon University School of Computer Science. Recuperado de https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why

Yeagley, A. A., Porter, S. E., Rothen., M. C. & Topham, B. J. (2016). The Stepping Stone Approach to Teaching Chemical Information Skills. *Journal of Chemical Education*, *93*(3), 423-428.

CAPÍTULO 3

ACERCA DE LA BÚSQUEDA Y GESTIÓN DE INFORMACIÓN CIENTÍFICA EN INTERNET

UN ESTUDIO SOBRE EL APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES A TRAVÉS DE RECURSOS DIGITALES*

Bastián Ibáñez L., Carol Joglar C., Mario Quintanilla-Gatica, Norbert Erdmann, Mirjamaija Mikkilä-Erdmann

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Orientaciones teóricas
- Competencias de Pensamiento Científico e Inclusión digital
- Competencias Digitales y su relación con las ciencias
- Habilidades de búsqueda y evaluación de la Información en páginas web
- Tipo de estudio e instrumento de investigación
- Diseño y orientaciones metodológicas de esta investigación
- Estructura de investigación del proyecto Chile-Finlandia EDU-AKA 03
  Análisis de los datos
  Percepciones de los alumnos sobre qué tan bien ellos buscan en internet
  Discusión de los resultados obtenidos
  Perfil del estudiantado
- Conclusiones
- Agradecimientos
- Referencias Bibliográficas

(*) Este capítulo se hace parte de la Tesis de Licenciatura en Educación en Química y Biología del primer autor, que fue presentada en conformidad con los requisitos para obtener el Título de Profesor de Estado en Química y Biología de la Facultad de Química y Biología de la Universidad de Santiago de Chile en noviembre de 2018 y ha sido editado por el Dr. Mario Quintanilla-Gatica, Director del Proyecto AKA EDU-03.

Resumen

El presente trabajo, tiene como objetivo caracterizar a los alumnos en cuanto a sus competencias digitales y habilidades de búsqueda de información en páginas *web*, en estudiantes de Educación Primaria de establecimientos vulnerables, en la enseñanza de Ciencias Naturales; todo dentro del marco del proyecto CONICYT AKA EDU 03, buscando acercar la tecnología a las ciencias sociales y naturales. Para ello se evaluaron las percepciones de los alumnos sobre qué tan bien buscan, las posibilidades de acceso y frecuencia de uso de tecnologías de información e internet, en la escuela y en el hogar, por parte de los estudiantes. Esta investigación fue realizada a un grupo de 330 estudiantes pertenecientes a sexto año básico y quinto año básico. Los datos obtenidos se compararon estadísticamente utilizando programas especializados, donde los resultados encontrados indican que el acceso y uso por parte del estudiantado es bastante restringido, y que no se aprovechan adecuadamente las instancias cuando existen oportunidades de conexión.

Introducción

Las competencias digitales están presentes de manera transversal en las bases curriculares, como se mencionó anteriormente, y cabe mencionar que las habilidades presentadas no son de uso exclusivo del área de las ciencias, sino que también son incluidas en otras asignaturas; esto es importante de aclarar, ya que las habilidades desarrolladas en las competencias digitales guardan directa relación con todas las asignaturas escolares obligatorias, presentes en las bases curriculares. Es necesario entonces, que los ciudadanos posean estas habilidades científicas escolares, para que el estudiantado se pueda desarrollar para llegar a ser trabajadores y ciudadanos capacitados y aptos para la sociedad de la información y del Conocimiento (Barroso y Llorente, 2006).

Desde este punto de vista, las competencias digitales incluyen diversas habilidades que se relacionan con habilidades de otras competencias, ya sean lectoras, sociales, éticas o las presentes en la dimensión de información de la competencia digitales; son las que rigen de forma integrada cómo buscar, seleccionar, evaluar y gestionar información de fuentes digitales e Internet (Valverde-Crespo *et al*., 2018), área que guarda mayor relación con el quehacer científico descrito.

Orientaciones teóricas

Es importante realizar una revisión bibliográfica de las definiciones acopladas a las competencias digitales por los diferentes autores, que muestran las relaciones entre habilidades y aplicabilidad al trabajar con las competencias digitales. Para ello, se presentarán las definiciones y aspectos representativos de cada autor y el enfoque al que están orientados sus diferentes aportes.

Según Bawden (2001), las competencias digitales tienen un aspecto técnico orientado al conocimiento y las habilidades. Conocimiento tanto de las redes, de cómo funcionan y como está generada la información en la red. En cuanto a las habilidades que se deben manejar están: depurar información de la red y el uso que pueda tomar. Acercando el conocimiento a aspectos técnicos relacionado con el uso mismo de la informática.

Siguiendo la misma línea orientada a los aspectos técnicos que aporta Bawden, está Soby (2003), quien plantea cuatro habilidades fundamentales dentro de las competencias digitales: las tres primeras habilidades con un enfoque social, basadas principalmente en leer, escribir y habilidades con enfoque matemático. La última habilidad busca integrar las habilidades anteriores, además, incluye el uso del computador como herramienta.

Otro tipo de definición es la utilizada por Park y Kim (2000). Que busca la mejor forma de sacar provecho a las tecnologías, reconociendo la existencia de aspectos más bien específicos, exclusivos del uso de internet, la estructura donde se sustenta y la hipermedia. Habilidades relacionadas con que los usuarios sepan orientarse en internet.

Van Dijk (2005), propone que existen dos tipos de habilidades presentes: las formales y las estratégicas. La primera habla de los aspectos técnicos que se mencionaron en definiciones anteriores. La segunda, es referida a las habilidades para buscar, seleccionar, procesar y aplicar la información. Estos objetivos particulares que propone presentan como objetivo general el desarrollo o avance en la posición social del usuario.

Ferrari (2013), presenta una definición basada en otro tipo de características esenciales, cinco conceptos en los que engloba las habilidades relacionadas con las competencias digitales:

1. Información, que abarca desde la búsqueda hasta el propósito de la búsqueda.
2. La comunicación, como definición está planteada con la intención de compartir contenido con los otros usuarios de cualquier medio digital.
3. Crear contenido, elaborar y reelaborar conocimiento, expresiones creativas, etc.
4. La seguridad, tanto personal como del contenido o datos producidos
5. Resolución de problemas, identificar necesidades y tomar decisiones informadas.

La definición que mejor abarca las descripciones anteriores está sustentada por Van Deursen y Van Dijk (2009), quienes incluyen tanto habilidades técnicas como estratégicas, presentadas en cinco pilares básicos: habilidades operacionales del internet (aspectos técnicos), habilidades formales del internet (referida al uso de la hipermedia), habilidades de información en internet (necesidad de información), habilidades estratégicas en internet (como propuso Van Dijk (2005), orientadas a la búsqueda y aplicación de la información), el último punto se refiere a preguntas de investigación (aludido a la habilidades individuales de los usuarios).

Competencias de Pensamiento Científico e Inclusión digital

Para poder definir adecuadamente las Competencias de Pensamiento Científico (CPC), es necesario también entender el concepto de competencia y de sujeto competente (Labarrere, 2009 citado en Quintanilla, M. 2012).

Las competencias se entienden como un conjunto de aptitudes cognitivas y no cognitivas o prácticas (mental, material, discursivo, decisional...) que, con una adecuada utilización, este conjunto de aptitudes permiten la realización eficaz de una acción (Quintanilla, Izquierdo y Adúriz, 2014). Entendiendo, así, las diversas aplicabilidades que posee el concepto de competencia, orientado a diferentes temáticas específicas donde se puede acuñar.

Siguiendo la misma línea conceptual, hay que entender que las competencias se pueden abordar desde diversas aristas epistemológicas, pero emergen como un atributo del sujeto competente y no de la competencia (Labarrere, 2009 citado en Quintanilla, M. 2012). Entendiéndose, entonces, por sujeto competente

alguien que es capaz, que sabe, que puede hacer, que tiene la capacidad reconocida para afrontar una situación, que posee un cierto grado de dominio de habilidades y recursos para la acción (Quintanilla, Izquierdo y Adúriz, 2014).

Entonces, la CPC es entendida aquí como la capacidad de responder con éxito a las exigencias personales y sociales que plantea una actividad o tarea, bajo cualquier contexto que permita la posibilidad de enfrentarse a situaciones genuinamente problemáticas. Las CPC que se deben desarrollar en el ámbito escolar, deben aportar a la formación de ciudadanos que conviven con el medio de manera sustentable y que se apropian de las nuevas tecnologías haciendo uso de ellas, y gestionándolas, de manera ponderada y responsable (Quintanilla, Joglar, De la Fuente y Astroza, 2017). La actividad científica escolar debe promover el desarrollo de CPC a partir de la necesidad de resolver situaciones problemáticas que requieren planteamientos nuevos desconocidos hasta entonces (Quintanilla, 2012).

Competencias digitales y su relación con las ciencias

Las competencias digitales están presentes de manera transversal en las bases curriculares, como se mencionó anteriormente, y cabe mencionar que las habilidades presentadas no son de uso exclusivo del área de las ciencias, sino que también son incluidas en otras asignaturas; esto es importante de aclarar, ya que las habilidades desarrolladas en las competencias digitales guardan directa relación con todas las asignaturas escolares obligatorias presentes en las bases curriculares. Es necesario, entonces, favorecer la adquisición de estas habilidades científicas escolares, para que el estudiantado se pueda desarrollar el cómo ser trabajadores y ciudadanos capacitados y aptos para la sociedad de la información y del conocimiento (Barroso y Llorente, 2006).

En cuanto a las ciencias naturales, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) juegan un rol central en su enseñanza, ya que la definición de competencia –según propone Díaz (2006)–, está compuesta de tres elementos: una información, el desarrollo de una habilidad y todo puesto en acción en una situación inédita. Desde esta posición, se genera la relación con las ciencias en donde autores como Cañal (2012) proponen cuatro dimensiones interrelacionadas para el desarrollo de las competencias científicas: Conceptual, metodológica, actitudinal e integrada, en donde la capacidad de obtener información relevante para la investigación es un eje fundamental en el desarrollo metodológico de las competencias científicas, considerando que la calidad de

la información recolectada es de vital importancia en cualquier investigación. Igualmente, utilizar las investigaciones ya existentes, aplicadas a contextos que den explicación a un fenómeno –tanto de la naturaleza como de la vida real– es una manera de utilizar las competencias científicas.

Desde este punto de vista, las competencias digitales incluyen diversas habilidades que se relacionan con destrezas de otras competencias; éstas, ya sean las lectoras, sociales, éticas o las presentes en la dimensión de información de la competencia digitales, son las que rigen de forma integrada, el cómo buscar, seleccionar, evaluar y gestionar información de fuentes digitales e internet (Valverde-Crespo *et al*., 2018), área que guarda mayor relación con el quehacer científico descrito.

Habilidades de búsqueda y evaluación de la información en páginas web

La acción de buscar contenidos en internet, consiste en ingresar en un buscador e introducir las palabras claves necesarias para generar una búsqueda entre toda la información disponible (Maglione y Varlotta, 2012). Por otro lado, la selección de las páginas web guarda directa relación con el buscador, generalmente Google (Valverde-Crespo *et al*., 2018). Como ejemplo, se puede tomar de referencia los motores de búsqueda más utilizados; Google (http://www.google.cl), Bing (http://www.bing.com) o Yahoo! (http://www.yahoo.com), donde cada motor de búsqueda funciona con parámetros diferentes. De este modo, se puede obtener diversos resultados al ingresar las mismas palabras. Pero la acción de buscar, no es solamente digitar palabras. Para realizar una búsqueda se debe considerar todos los procesos mentales que se están realizando a la hora de realizar dicha acción.

Respecto a los criterios necesarios para realizar una correcta búsqueda de información, y aunque no existe un consenso, entre las habilidades frecuentes se encuentran: la identificación de palabras clave y términos relacionados, así como la capacidad para el refinamiento de la búsqueda inicial (Cabrera, 2018). Autores como Maglione Y Varlotta (2012) proponen más criterios como: el lenguaje natural, el uso de la búsqueda avanzada, etc. Muchos de ellos compartidos por otros autores.

Por otro lado, la credibilidad que posea la información es vital para la realización de cualquier actividad formal. Disponer, entonces, de criterios sólidos para

evaluar los recursos digitales resulta ser de suma importancia (Codina, 2000); la evaluación de la confiabilidad de las fuentes funciona como una destreza intelectual de orden superior, por todas las acciones que debe realizar una persona para discriminar la confiabilidad de las fuentes (Beas *et al*., 2000). Para lo anterior, existen diversos criterios establecidos por Beas *et al*. (2000) y Codina (2000) en la evaluación de la información y su confiabilidad, sin embargo, los mencionados a continuación parecen cobrar mayor relevancia:

1. Corroboración de la información. A partir de la cantidad de evidencia es posible declarar una información más confiable que otra, dependiendo de la cantidad de respaldo que la sustente (Beas *et al*., 2000).
2. Grado de expertiz del que proporciona la información o autoría. Cuando el sujeto que proporciona la información posea antecedentes que avalen su experiencia y dominio de conocimiento, aquella información aumentará su validez (Beas *et al*., 2000). Bajo el mismo criterio, es posible complementar con dos distintos parámetros al sujeto emisor de la información, agregando la producción y edición del recurso (Codina, 2000).
3. Contenido. Subdividido bajo la cantidad y calidad de información; para el primer caso es posible evaluar el grado de cobertura o exhaustividad de la información; y para calidad, exhaustividad, rigor, actualización, edición, sistematización, interés intrínseco y originalidad (Codina, 2000).

Los criterios aunados por los autores, sirven como base técnica para el uso efectivo de las habilidades descritas en las competencias digitales, cuyos estudios más recientes están orientados al desarrollo competente de los ciudadanos como una forma de interacción eficaz con las ciencias y la sociedad del siglo XXI.

Tipo de estudio e instrumento de investigación

El presente trabajo consistió en un estudio exploratorio, con el fin de caracterizar a los alumnos en el marco del proyecto de investigación Chile-Finlandia AKA EDU-03 (Fig. 1), siendo de tipo descriptivo con enfoque cuantitativo. Tomó en cuenta parte de los resultados obtenidos de un cuestionario de competencias digitales. La totalidad de estudiantes de la cual se obtuvieron datos, en el marco de este proyecto, es de 330 estudiantes, dentro de ellos cursan tanto 5° como 6° básico, con una cantidad total de 12 cursos (6 sextos y 6 quintos) pertenecientes a diversos establecimientos educacionales de la Región Metropolitana. Todos los establecimientos participantes del proyecto son de carácter público, situación

socioeconómica baja y considerada vulnerable. El cuestionario de competencias digitales (Proyecto AKA EDU-03) consta de los siguientes apartados:

1. Tecnología de la información e internet en casa y en la escuela.
2. ¿Qué tipo de pensamientos tienes sobre el aprendizaje?
3. ¿Qué tan bien sabes usar internet?
4. ¿Cómo se siente usar internet?

Diseño y orientaciones metodológicas de esta investigación

En cuanto a los estudios exploratorios, en ellos se determina una visión general de manera aproximativa de una realidad (en este trabajo, el nivel inicial de habilidades de búsqueda y acceso a la tecnología de los alumnos), determinada por la evaluación que se realizó a los estudiantes (Niño Rojas, 2011). En este caso no hay necesidad de un grupo control, ya que se trabaja de manera no experimental, y al no poseer una intervención de por medio no requiere comparar un estadio inicial con uno final. Por otra parte, los grupos considerados control y experimental en la investigación a la que están sujetos los datos, serán considerados como grupos igualmente válidos en este trabajo.

Además se optó por un enfoque cuantitativo, ya que la información que se utilizará es de carácter cuantificable o medible; por ello, en este tipo de estudios los análisis realizados no deben considerarse de manera sistemática, ya que al trabajar con una perspectiva cuantitativa, el proceso de deducción de los datos tiene una orientación más marcada que un enfoque cualitativo (López-Roldán y Fachelli, 2015).

Para poder conseguir un tratamiento de la información obtenida, en donde la información sea acabada y confiable es necesario que los resultados sean tratados por un programa computacional especializado en el análisis de datos (Hernández, 2010). Es muy importante el uso de un programa especializado, que otorgue la oportunidad de analizar los valores obtenidos de manera eficiente y entregue los valores numéricos que se interpretan como resultados que posteriormente permiten determinar el nivel de los estudiantes, respecto de las habilidades que se evalúan.

Estructura de investigación del proyecto Chile-Finlandia AKA EDU-03

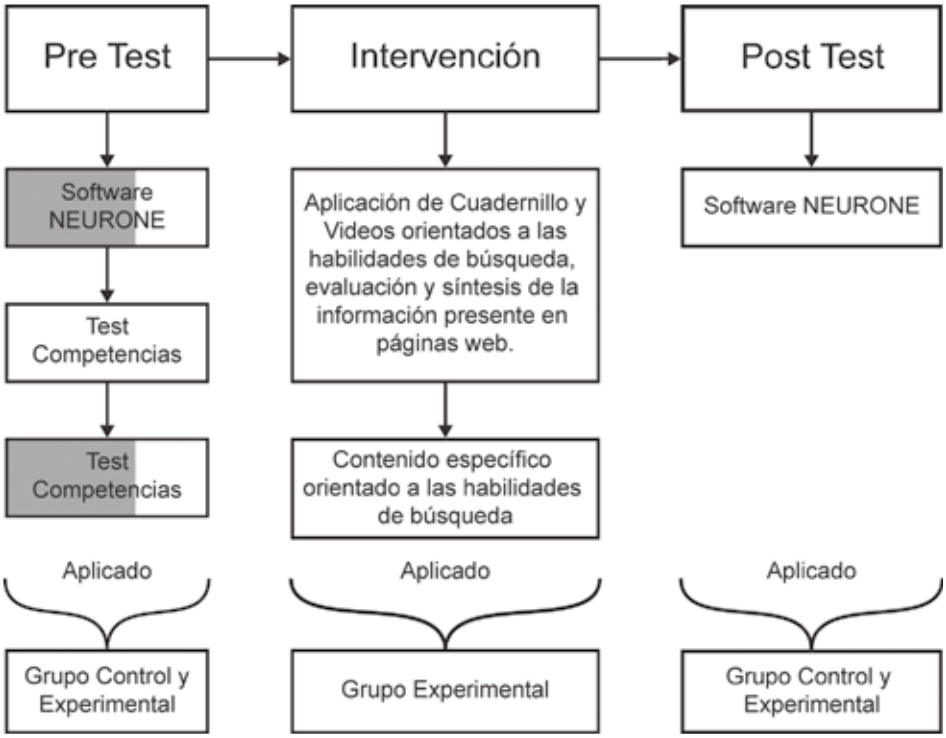

Figura 1. Mapa representativo de la estructura del proyecto CONICYT AKA EDU-03. Solo los recuadros marcados con gris representan parte de esta investigación; no están marcados completamente ya que no se utilizará la totalidad de ellos. Para este estudio se utilizará parte de los datos que se pueden extraer del software Neurone y del test de Competencias Digitales (CD), y solo incluye el apartado 1 y 3.

El Análisis de Correspondencias Múltiples, es una técnica estadística para analizar la relación entre categorías de variables cualitativas, y que es una generalización del Análisis Factorial de Correspondencias Simples. El Análisis Factorial de Correspondencias simples permite estudiar la relación entre dos características en la misma población (tablas de contingencia), en cambio, el Análisis de Correspondencias Múltiples, permite estudiar las relaciones entre cualquier número de categorías de variables, generando mapas de posicionamiento entre las variables que se utilicen.

Además, cada categoría ingresada como variable de análisis es representada con un punto en el gráfico, en donde la distancia entre cada punto indica las relaciones que poseen entre ellas. Respecto a las variables admitidas en este modelo estadístico, es necesario que sean de carácter nominal u ordinal.

Análisis de los datos

Se presenta a continuación, un gráfico que representa la totalidad de respuestas entregadas por los estudiantes (Fig. 2).

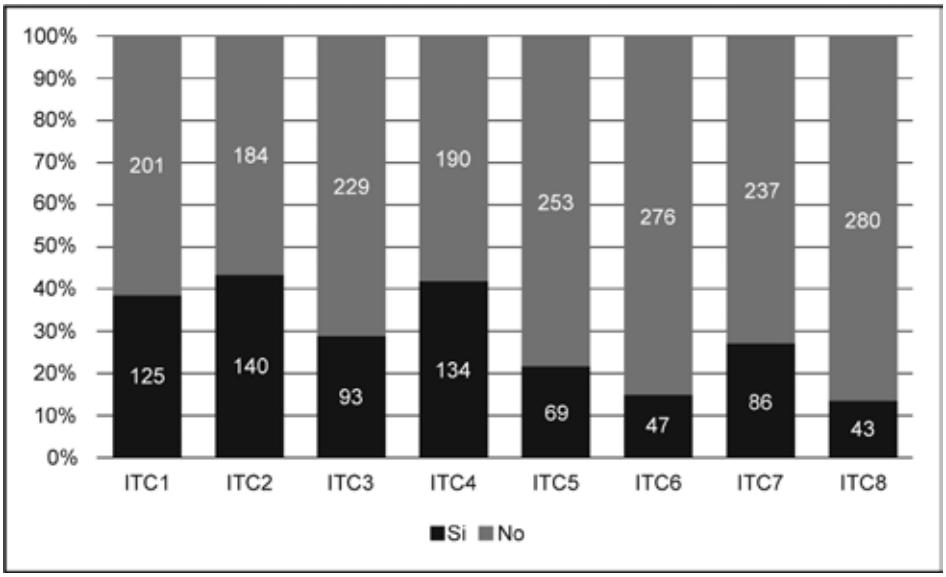

Figura 2. Acceso a la tecnología de información e internet en la escuela y en el hogar.

Estos resultados proceden de utilizar la frecuencia de respuesta de las primeras ocho preguntas del primer apartado; luego, calculando los promedios de respuesta se pudo determinar que solo el 38,34% (ITC1) de los estudiantes posee un computador en su hogar; además el 43,2% (ITC2) posee una *tablet* que pueden usar en casa. Pero de ellos, solo el 14,55% (ITC6) puede utilizarlos para acceder a internet. Los resultados obtenidos reflejan el bajo nivel de acceso a internet por parte de los estudiantes que usan computadoras y *tablets*. Y aunque el nivel continúa siendo bajo, se demostró que el 28,88% (ITC3) posee un teléfono inteligente, y que de ellos el 26,62% (ITC7) lo utiliza para acceder a internet. Aunque los promedios de acceso la web no son excluyentes entre sí; incluso al sumar estos promedios (42,17%) el porcentaje de acceso no llega a alcanzar el 50%. Por otro lado, el 41,35% (ITC4) puede utilizar computadores o

tablets en la escuela y el 21,42% (ITC5) puede usarlos en otros lugares. Solo el 13,31% (ITC8) tiene acceso a internet en la escuela. Siendo este último también un resultado bajo.

Percepciones de los alumnos sobre qué tan bien ellos buscan en internet

Con el uso especializado del software SPSS 23, se redujeron las variables consideradas menores a (<.15) en su carga factorial en las dos dimensiones; esto es necesario ya que cualquier valor inferior a este rango se considera como incluida en las demás variables con mayor carga. A continuación, se presenta un gráfico que muestra la distribución de medidas en función a las dos dimensiones.

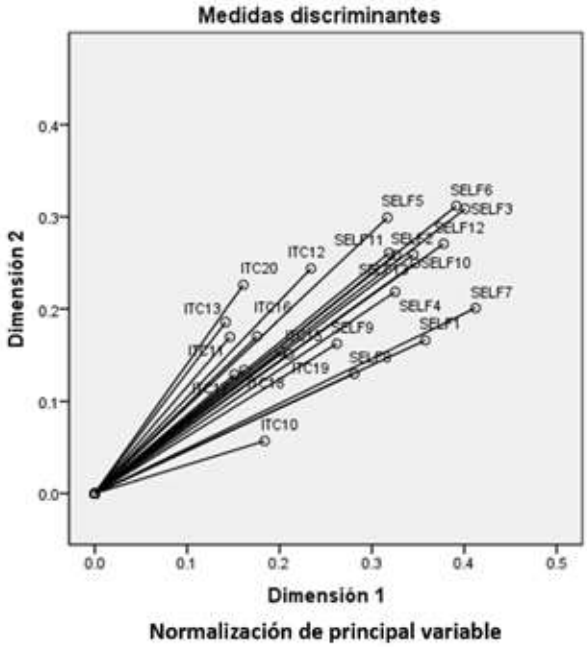

Figura 3. Grafico de medidas discriminantes distribuido por carga factorial.

Este grafico permitió eliminar la pregunta ITC9 y trabajar exclusivamente con las preguntas ITC10-SELF13. En él se puede observar que las variables más significativas para la muestra son las preguntas SELF6 y SELF3, por el valor factorial que poseen estas categorías; por este motivo, se observan más alejadas del origen. Con las categorías utilizadas se logró identificar dos grupos. Estos grupos son fáciles de ver al realizar un gráfico de conjunto de puntos de categoría.

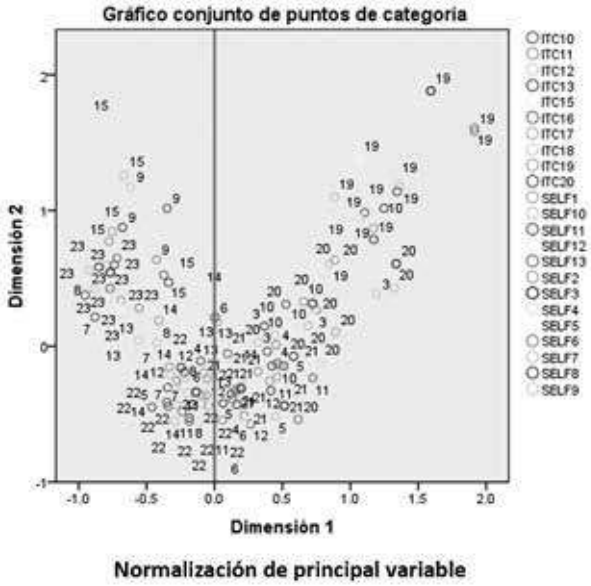

Figura 4. Conjunto de puntos de categoría, separación de grupos

Los grupos antes mencionados y visibles en el gráfico se obtuvieron al realizar un corte en el eje de la dimensión uno, correspondiente al eje de las abscisas en donde la recta corta en el origen del eje. Formando entonces, estos dos grupos. Los valores que se presentan en el gráfico son una codificación asignada a cada una de las alternativas respectivas a cada pregunta.

Con la finalidad de ejemplificar, se analizará solamente una variable por apartado; el resto de las variables bajo análisis se especificarán en la creación de los perfiles definitivos de los usuarios. Por lo tanto, tenemos:

- *¿Qué tan a menudo usas computador de escritorio, tablet o teléfono inteligente (Smartphone) para los siguientes propósitos?*

El grupo uno, tiene una categoría que lo representa ampliamente; alrededor del 50% de los estudiantes nunca utiliza la tecnología para enviar correos electrónicos (*e-mail*); en cuanto al grupo dos, la variable más significativa es que "casi nunca" utilizan la tecnología para trabajar con correos electrónicos, con un 23,64%. El resto de las categorías presentadas en el grupo dos, no son lo suficientemente significativas porcentualmente. Se demuestra, entonces, que la mayoría de los estudiantes casi nunca o nunca utiliza tecnología para comunicarse por esta vía.

- *¿Qué tan a menudo usas computador de escritorio, tablet o teléfono inteligente (Smartphone) para tus tareas? Uso de tecnología en la escuela para la realización de tareas.*

El grupo uno tiene solo una categoría, "nunca", que representa el 38,85% de los estudiantes. Además, como ha ocurrido anteriormente, el grupo dos tiene como categoría más significativa "casi nunca", con un 29,62%. Considerando solo estos dos parámetros, se obtiene que el 68,5% de los estudiantes que no utiliza o casi nunca utiliza la tecnología para realizar tareas en la escuela.

- *¿Qué tan a menudo usas Internet para buscar información? Uso Internet en la escuela cuando hago mis tareas*.

El grupo uno responde exclusivamente a la opción de "nunca", con un porcentaje total de 43,79%; en el grupo dos sigue liderando aquella opción aunque con menor frecuencia, con un 21,74%. Por otro lado, el 15,63% del mismo grupo declara usar internet en la escuela, cuando hace tareas, por al menos dos horas diarias, lo que puede correlacionarse con el 9,63% que declara usarlo al menos una vez al día y el 6,21% que lo usa más de 2 horas diarias. Esto da un 31,47% total de referencia a que internet en la escuela sí es aprovechado frecuentemente y de forma diaria por el estudiantado del grupo dos, cuando realizan tareas.

- *¿Qué tan bien sabes usar internet? Estoy seguro(a) de que puedo reunir información para mis tareas de la escuela a través de Internet.*

El grupo dos, a modo general, opta en un 67,31% estar de acuerdo-muy de acuerdo en que a través de internet puede reunir información para sus tareas de la escuela; en cambio en el grupo uno, el 16,51% declara no estar ni acuerdo ni en desacuerdo con aquella afirmación y alrededor del 16,19% declara estar en desacuerdo-muy en desacuerdo con el enunciado planteado.

Discusión de los resultados obtenidos

Con respecto al acceso a tecnología de información e internet, se demostró que los estudiantes poseen un bajo nivel, donde solo el 14,55% de los encuestados tiene oportunidad de ingresar a internet mediante tecnología en el hogar, pero el 26,62% tiene acceso mediante el uso de un celular inteligente. Los resultados mencionados no son excluyentes entre sí, es decir que no necesariamente los que tienen conexión a internet mediante celulares, no poseen acceso mediante otro

aparato tecnológico. El porcentaje de alumnos no supera el 50%, demostrando el bajo acceso a internet en el hogar. Por otro lado, en la escuela, se observa que la cobertura es menor, con un 13,31%. Esto no es un signo inequívoco de que los estudiantes presentan bajos resultados en las habilidades de búsqueda y evaluación. El bajo acceso a las tecnologías de la información y a la sociedad del conocimiento es una condición básica en el proceso de equivalencia de oportunidades (UNESCO, 2005); pero, actualmente, los aspectos sociales y personales influyen directamente en el uso que le dan a la tecnología, sin ser necesariamente con fines educacionales (Hargittai, 2002). Por este motivo, no se trata necesariamente de la cantidad de uso u oportunidad de conexión, sino de la calidad y objetivo de la acción.

Perfil del estudiantado

Al crear el perfil de los estudiantes mediante el modelo estadístico "Análisis de Correspondencias Múltiples" (Fig. 4), se identificaron dos grupos opuestos entre sí.

Grupo uno:

Está compuesto por los estudiantes que nunca utilizan tecnología para enviar correos electrónicos en un 49,84%; 23,35% tienen un uso poco frecuente o nulo para comunicarse con amigos y cerca del 49,22% nunca o casi nunca utiliza tecnología para acceder a la información, compartir fotos o videos. Además el 38,85% nunca utiliza tecnología para realizar tareas en la escuela, y en el hogar un 31,34% tiene una frecuencia baja de acceso. Este grupo también posee un 43,79% de estudiantes que nunca utiliza internet en la escuela para realizar tareas y un 39,38% tampoco utiliza internet fuera del hogar o escuela.

La percepción de este grupo, con respecto a qué tan bien saben buscar en internet, es que el 16,19% considera que no puede reunir información por esta vía para realizar sus tareas; que el 12,46% no sabe utilizar un motor de búsqueda (Google); el 21,9% no está de acuerdo con poder buscar información en Wikipedia; el 17,29% no está de acuerdo con poder buscar una definición en internet; el 15,07% no puede seleccionar los mejores resultados; el 16,08% de los alumnos no está de acuerdo con que pueden encontrar información en internet; el 21,73% no puede evaluar la confiabilidad de páginas de internet; el 38,98% no está de acuerdo con poder reconocer quien es el autor de las sitios web y, finalmente, el 21,34% de alumnos no está de acuerdo con poder

comparar la información. Este grupo es representante de los estudiantes con una percepción baja-media de qué tan bien saben utilizar las tecnologías tanto en procesos educativos como en la diversidad de actividades relacionadas con las TIC que se describieron anteriormente.

Grupo dos:

Está compuesto generalmente por estudiantes que realizan las actividades descritas con una frecuencia mayor. Alrededor del 60%, al menos 1 vez al día, utiliza la tecnología para comunicarse con amigo; el 36,37% de los estudiantes ingresa al menos una vez al día a compartir fotos o videos. En cuanto al acceso, el grupo dos –que identifica a las personas con más frecuencia de uso– no presenta porcentajes significativos en cuanto al uso en la escuela. En cambio, en el hogar, el 52,21% lo utiliza al menos 2 horas diarias. Este grupo, posee respuestas homogéneas en cuanto al uso de internet para hacer tareas en la escuela; en el hogar, en cambio, más del 30% de los estudiantes utiliza internet como herramienta para la realización de tareas y el 60,5% utiliza al menos 2 horas en sus intereses. Si bien este grupo tiene un porcentaje mayor en comparación con el otro en todo lo referente al uso, los intereses de los alumnos están enfocados a situaciones que no desarrollan el potencial académico real.

La percepción de este grupo, con respecto a qué tan bien saben buscar en internet, es enfocada a los grupos alto y medio de percepción; un 67,31% dice estar de acuerdo-muy de acuerdo en que a través de internet puede reunir información para sus tareas escolares y el 74,12% está de acuerdo-muy de acuerdo con saber utilizar un motor de búsqueda (Google). Donde el 27,62% de los alumnos está muy de acuerdo es en que puede buscar información en Wikipedia y también el 29,84% está de acuerdo con que puede lograrlo; alrededor del 62% está de acuerdo con poder buscar una definición en internet; más del 50% puede seleccionar los mejores resultados; el 47,6% de los alumnos está de acuerdo con que puede buscar información en internet y el 21,73% no puede evaluar la confiabilidad de los sitios web. Finalmente, el 54,14% de alumnos está de acuerdo con poder comparar la información.

Si bien ambos grupos son pertenecientes a los mismos establecimientos educacionales, existen brechas digitales intragrupo que demuestran diferentes niveles de acceso por parte de los alumnos; las percepciones sobre qué tan bien buscan en páginas web, no son tan diferentes como las diferencias de acceso. Se desprende de esta información que los alumnos son optimistas respecto a sus

Competencias Digitales; ya que un porcentaje pequeño de alumnos, el 10,03%, se identifica con un nivel bajo; el 48,33% de los estudiantes se identifica con un nivel medio y el 41,64% se identifica con un nivel alto.

Al realizar una comparación entre lo que creen y los resultados obtenidos mediante el software se demostró que el 75,48% de las páginas seleccionadas como relevantes para la realización de las tareas de ciencias, resultaron no ser relevantes para esta actividad; presentando, entonces, un porcentaje de precisión del 18%. Este valor no se condice con las expectativas que poseen los alumnos de sus propios resultados; de las páginas deseleccionadas, es decir, las que no sirven para la realización de la tarea científica propuesta, cerca del 40% de las veces los sitios web descartados eran relevantes para la actividad. Además, el 27,9% de las veces que los alumnos no seleccionaron páginas relevantes, ellas sí correspondían a páginas significativos.

Conclusiones

Aunque es muy importante el uso y acceso a la tecnología, los resultados encontrados indican que la oportunidad de conexión y uso por parte del estudiantado son bastante restringidos. Además, no se aprovechan adecuadamente las instancias de acceso. Los estudiantes con mejores condiciones para acceder a la tecnología, priorizan actividades de comunicación con amigos e intereses personales, descuidando oportunidades idóneas para el desarrollo de los individuos como ciudadanos competentes.

Los bajos resultados obtenidos, tanto en frecuencia de uso de TIC en la escuela como los resultados obtenidos en las habilidades de búsqueda con enfoque en las ciencias, son indicadores de la baja promoción de estas tecnologías en planes y programas enfocados al desarrollo de habilidades científicas con el uso de recursos digitales. Los establecimientos educacionales tienen como misión, entonces, apoyar procesos formativos y de capacitación a docentes para que brinden a los estudiantes el ambiente propicio para generar sujetos competentes en el área digital. Desde este punto de vista, el Estado de Chile, o las personas que lo representan, deben generar propuestas y fomentar políticas que estén orientadas al desarrollo de competencias digitales en estudiantes de pedagogía, los futuros educadores.

Agradecimientos

Los autores de este artículo agradecen a la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) que patrocina el proyecto AKA EDU-03, del cual procede este producto científico, cuya institución principal es la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Referencias bibliográficas

ALABAMA ASSOCIATION OF COLLEGE & RESEARCH LIBRARIES (2000). Normas sobre aptitudes para el acceso y uso de la información en la educación superior. Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios, *15* (60), 93-110. Recuperado a partir de https://alair.ala.org/bitstream/handle/11213/7668/ACRL%20Information%20Literacy%20Competency%20Standards%20for%20Higher%20Education.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Barroso, J. & Llorente, M. C. (2006). La utilización de las herramientas sincrónicas y asincrónicas para la teleformación, en CABERO, J. y ROMÁN, P. (coords.): Eactividades. Un referente básico para la formación en Internet, Sevilla, Eduforma/MAD, 215-231.

Bawden, D. (2001). Information and digital literacies; a review of concepts. Journal of Documentation 47, 218–259

Beas, J., Santa Cruz, J., Thomsen, P., & Utreras, S. (2000). La confiabilidad de las fuentes de información. En J. Beas, J. Santa Cruz, P. Thomsen, & S. Utreras (Eds.), *Enseñar a pensar para aprender mejor* (Ed. rev., pp. 35–45). Santiago, Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.

Cabrera, M. C. (2018). Competencias de los estudiantes universitarios en la era digital: nuevos retos docentes. *Revista prefacio*, *2*, 32. Recuperado de: https://revistas.unc.edu.ar/index.php/PREFACIO/article/view/20600/20268

Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica en secundaria? *Alambique*, 72. Recuperado de: http://www.cad.unam.mx/programas/actuales/cursos_diplo/diplomados/uaem_2014/00_cont/09_material/material/02_modulo2/04_qui/material_modulo_II_Quimica/04_Como_Evaluar_CompetenciaC.pdf

Clausen, S. E. (1998). Applied Correspondence Analysis: An Introduction, Volumen 121. Recuperado 3 octubre, 2018, de: https://books.google.cl/books?id=FsCXR3uk_0gC&lpg=PR5&ots=NlGlUmWr2&dq=spss%20correspondence%20analysis&lr&hl=es&pg=PR5#v=onepage

Codina, L. (2000). Evaluación de recursos digitales en línea: conceptos, indicadores y métodos. *Revista Española de Documentación Científica*, 23,1, 9-44.

Recuperado de:
http://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/viewFile/315/479

Corchero, C & Revuelta, G. (2017). Perfiles generacionales en el consumo de información científica. En Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (Ed.) *Percepción Social de la Ciencia y la Tecnología 2016*, (pp.181-204). Madrid: FECYT.

Díaz, Á. (2006). Evaluación de recursos digitales en línea: conceptos, indicadores y métodos. Perfiles Educativos, 28(111), 7-36. Recuperado de:
http://www.redalyc.org/pdf/132/13211102.pdf

ENLACES. (2014). *SIMCE TIC 2013, Evaluación de Habilidades TIC para el Aprendizaje Resultados Nacionales*. Santiago, Chile: MINEDUC

Ferrari, A. (2013). *A Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe*. Recuperado de:
http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC83167/lb-na-26035-enn.pdf

FONDEF. (2008). TICs y educación en Chile. Una alianza con perspectivas y desafíos ICT's and education en Chile. An alliance with potential and challenges. En CONICYT-Fondef, U de Chile, U. de Concepción, U.T.F. Santa María, PUC. (Ed.), *TICs para educación en Chile Resultados del Programa TIC EDU de Fondef* (pp. 1 – 7). Santiago, Chile: Idea consultora LTDA.

Hargittai, E. (2002). Second-Level Digital Divide: Differences in People's Online Skills. *First Monday, 7*(4). DOI: https://doi.org/10.5210/fm.v7i4.942

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, C. (2014). Metodología de la investigación. Journal of Chemical Information and Modeling (Vol. 53). https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324. 004

Kriscautzky, M., & Ferreiro, E. (2014). La confiabilidad de la información en Internet: criterios declarados y utilizados por jóvenes estudiantes mexicanos. *Educação e Pesquisa*, *40*(4), 913–934. Recuperado de: https://doi.org/10.1590/s1517-97022014121511

López-Roldán, P. & Fachelli, S. (2015). Presentación. En P. López-Roldán & S. Fachelli, Metodología de la Investigación Social Cuantitativa. Bellaterra (Cerdanyola del Vallès): Dipòsit Digital de Documents, Universitat Autònoma de Barcelona. 1ª edición. Edición digital. Recuperado de: http://ddd.uab.cat/record/129382

Maglione, C., & Varlotta, N. (2012). *Investigación , gestión y búsqueda de información en Internet.*(1ª ed.). Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Educación de la Nación, 2011. Buenos Aires.

MINEDUC. (2012). *Resultados Nacionales SIMCE TIC 2011*. Santiago, Chile. Recuperado de: http://www.enlaces.cl/wp-content/uploads/Informe_de_Resultado_SIMCE-TICok.pdf

MINEDUC. (2008). Las preguntas y decisiones iniciales respecto al porqué generar una propuesta de estándares TIC para la formación inicial docente. En: F. Oteíza, & H.

Nervi (Eds.), *Estándares TIC para la formación inicial docente: una propuesta en el contexto chileno* (Ed. rev., pp. 15–26). Recuperado de: http://unesdoc.unesco.org/images/0016/001631/163149s.pdf

MINEDUC (2013). ¿Qué aportan los liceos a los estudiantes en la prueba SIMCE TIC? En Alzamora, M., Pino, S., Garrido, J., Aliaga, K. & Mujica, E. (Eds.), *Desarrollo de habilidades digitales para el siglo XXI en Chile ¿Qué dice el SIMCE TIC?* (Ed. rev., pp. 180–226). Santiago, Chile: Fundación País Digital.

Monereo, C. & Fuentes, M. (2005). Aprender a buscar y selecionar en Internet. En: *Internet y competencias básicas*, 27–50. Recuperado de: http://www.researchgate.net/profile/Carles_Monereo/publication/260990499_Aprender_a_buscar_y_seleccionar_en_Internet/links/0c960532f343b2337f000000.pdf

Niño Rojas, V. M. (2011). ¿Cómo se entiende la investigación? En: Metodologia de la investigación: diseño y ejecución. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U (pp 19-40) Recuperado de: *http://roa.ult.edu.cu/bitstream/123456789/3243/1/METODOLOGIA%20DE%20LA%20INVESTIGACION%20DISENO%20Y%20EJECUCION.pdf*

Park, J. & Kim, J. (2000). Contextual Navigation Aids for Two World Wide Web Systems. *INTERNATIONAL JOURNAL OF HUMAN–COMPUTER INTERACTION*, *12*(2), 193–217. Recuperado de: http://www-ist.massey.ac.nz/plyons/papers%20(by%20others)/hci/web/park%20kim%202000%20contextual%20navigation%20aids%20for%202%20www%20systems.pdf

Quintanilla, M. (2012). Investigar y evaluar competencias de pensamiento científico (CPC) en el aula de secundaria. *Alambique*, *70*, 67.

Quintanilla, M., Izquierdo, M., & Adúriz, A. (2014). Directrices epistemológicas para promover Competencias de Pensamiento Científico en las aulas de ciencias. In BELLATERRA. Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia (Ed.), Las Competencias de Pensamiento Científico desde las 'emociones, sonidos y voces' del aula (Ed. rev., pp. 15–20). Santiago, Chile: Bellaterra Ltda.

Quintanilla, M., Joglar, C., De la Fuente, R., & Astroza, V. (julio, 2017). Competencias de pensamiento científico en profesores de educación infantil en formación. Comunicación presentada en: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC, Florianópolis, Brasil.

Silva, J. (2012). Estándares TIC para la Formación Inicial Docente: una política pública en el contexto chileno. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*,20,(7). 128–139. http://dx.doi.org/10.14507/epaa.v20n7.2012

Soby, M. (2003). Concept Definitions. En: M. Soby (Ed.), *Digital Competence: from ICT skills to digital "bildung"* (pp. 10–13). Recuperado de: http://www.ituarkiv.no/filearchive/Dig_comp_eng.pdf

UNESCO (2004). *Las tecnologías de la información y la comunicación en la formación docente* (Ed. rev.). Montevideo, Uruguay: Ediciones TRILCE.

UNESCO. (2005). *Formación docente y las tecnologías de información y comunicación* (Ed. rev.). Santiago, Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.

UNESCO. (2008). Estándares UNESCO De Competencia En Tic Para Docentes. *Organización de las naciones unidas para la educación la ciencia y la cultura (UNESCO)*, 1–28. Recuperado de: http://www.eduteka.org/EstandaresDocentesUnesco.php

Valverde-Crespo, D., Pro-Bueno, A., & González-Sánchez, J. (2018). La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, *15*(2), 7. DOI: https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2105

Van Deursen, J., & Van Dijk, J., (2009). Using the Internet: Skill related problems in users' online behavior. En: *Interacting with Computers*, Volume 21, (5-6), 393–402. https://doi.org/10.1016/j.intcom.2009.06.005

Van Dijk, J. (2005). The Deepening Divide Inequality in the Information Society. Thousand Oaks London: Sage Publications.

Wineburg, S., McGrew, S., Breakstone, J., Ortega, T. (2016). Evaluating Information: The Cornerstone of Civic Online Reasoning. En: *Stanford Digital Repository*. Recuperado de: http://purl.stanford.edu/fv751yt5934

CAPÍTULO 4

ACTITUDES HACIA LA ENSEÑANZA DE COMPETENCIAS DE CONSULTA EN LÍNEA

SU RELACIÓN CON LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO*

Mariano Rodríguez M., Mario Quintanilla-Gatica,
Norbert Erdmann, Mirjamaija Mikkilä-Erdmann

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Orientaciones teóricas
  Concepciones generales de actitud
- Competencias de consulta en línea
- Relación de la actitud y formación docente
  para la enseñanza de competencias digitales
- Marco metodológico
  Técnica utilizada: Encuesta
  Conformación de la muestra
  Análisis de los datos
- Discusión de los resultados obtenidos
- Conclusiones
- Agradecimientos
- Referencias bibliográficas

(*) Este capítulo es un extracto de la Tesis de Magíster del primer autor, que fue presentada al tribunal especial de la Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba en junio de 2019 y ha sido editado por el Dr. Mario Quintanilla-Gatica, Director del Proyecto AKA EDU-03.

Resumen

El presente estudio tuvo como finalidad analizar las actitudes hacia la enseñanza de competencias de consulta en línea, en profesores de ciencias naturales y ciencias sociales de nivel primario que ejercen en colegios de la Región Metropolitana de Chile, siguiendo las orientaciones teóricas y metodológicas del proyecto CONICYT AKA EDU-03. Para esta finalidad, 33 profesores pertenecientes a 18 colegios de la Región Metropolitana de Santiago de Chile, contestaron un cuestionario de un valor de confiabilidad del 81% y que midió actitudes, comportamiento y habilidades para la enseñanza de competencias de consulta en línea, a través de una escala ordinal tipo Likert. Todo esto, mediante un análisis de correspondencia múltiple, encontrando que más de la mitad de los profesores que enseñan ciencias sociales no están satisfechos con su formación inicial y continúa con respecto a las competencias de consulta en línea. De lo que se concluyó que la formación de estos profesores es insuficiente e instrumentalista en el uso del Internet para la enseñanza de las competencias de consulta en línea, ya que más del 80% de ellos manifestaron que su experticia en la enseñanza de las competencias de consulta en línea se debe a su formación informal.

Introducción

Los estados mentales afectivos forman parte de las emociones y actitudes del profesorado. Ellos pueden, como estados mentales cognitivos, ser analizados como efectos de comportamiento de información o como influencias en ese comportamiento (Tanni, 2013). Así, por ejemplo, se puede interpretar que cuando los profesores son entusiastas en la enseñanza de las materias de ciencias, los estudiantes también serán entusiastas hacia los sujetos.

A su vez, desde profesores de aula hasta investigadores confirmarían que los estudiantes demuestran una mayor motivación y compromiso cuando se les ofrece la oportunidad de utilizar Internet (Putman, 2014). La investigación empírica es necesaria para comprender todo el alcance de cómo estas variables afectivas se manifiestan en la práctica, para la enseñanza de competencias de consulta en línea. Sin embargo, no existen instrumentos válidos que midan constructos afectivos en el profesorado y su relación con los procesos asociados a la enseñanza de competencias de consulta en línea.

No obstante, algunos instrumentos aplicados a estudiantes tienen alguna relación sobre constructos afectivos que influyen en las competencias de consulta en

línea. Uno de ellos es el de O'Byrne y McVerry (2009), quienes desarrollaron una herramienta para medir disposiciones de lectura en línea, que definieron como "actitudes y creencias que conducen a patrones de comportamiento que promueven ganancias en la adquisición de conocimiento" (p. 364). Y el otro es la Encuesta de Actitudes de Lectura en Línea y Comportamientos y Habilidades (SORAB), es un instrumento que busca satisfacer las variables afectivas en los estudiantes con la investigación de nuevas alfabetizaciones; por ejemplo, contexto para Internet ("la mayoría de mis profesores me animan a investigar en Internet"), actitudes generales hacia la computadora ("es importante para mí poder utilizar un ordenador") y experiencia técnica ("¿Cuánto tiempo has estado accediendo a Internet?"), con el fin de ser una evaluación general de las actitudes y comportamientos de los estudiantes hacia la lectura en línea (Putman, 2014, p. 13).

Tomando en cuenta esto último, resulta relevante analizar las actitudes de los profesores de ciencias naturales (CCNN) y ciencias sociales (CCSS) acerca de las competencias de consulta en línea y su relación con su formación docente. Esto tiene directa relación con uno de los objetivos del Proyecto Chile-Finlandia AKA-EDU/03, cuya finalidad es desarrollar un modelo de enseñanza para mejorar el aprendizaje y la enseñanza en diferentes dominios del conocimiento a través de la promoción del pensamiento competencial en línea en la educación primaria.

Concepciones generales de actitud

Las actitudes y competencias relacionadas con las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) en la educación han evolucionado durante el último decenio, pasando de ser consideradas como entidades separadas pero relacionadas, a ser tomadas hoy en día como parte de un todo integrado. Por esta razón, es significativo efectuar una revisión bibliográfica de múltiples autores, con el fin de entregar diferentes enfoques y contribuciones según sus publicaciones.

Diversos estudios y definiciones de principios del siglo XX dieron la concepción de actitud como "tendencias o disposiciones adquiridas y relativamente duraderas a evaluar de un modo determinado un objeto, persona, suceso o situación, y a actuar en consonancia con dicha evaluación" (Sarabia, 1992, citado en García-Ruiz y Sánchez, 2006, p. 62). Asimismo, Riquelme (2005) señala que la actitud es una "organización duradera de creencias y cogniciones en general, dotada de una carga afectiva a favor o en contra de un objeto social definido, que predispone

una acción coherente con las cogniciones y afectos relativos a dicho objeto" (p. 14). Neus Sarmartí y Rosa Tarín (1999), aluden que una actitud puede definirse como una "predisposición a actuar consistentemente de una determinada forma ante clases de situaciones, personas y objetos distintos" (p. 58).

De igual modo para el concepto actitud, Ibáñez (2004) menciona que es un constructo teórico que no se puede observar directamente sino que es una variable mediadora o una estructura hipotética que se deduce a partir de conductas observables en sus consecuencias. Además poseen un carácter mediador, pues su utilidad permite explicar el vínculo que hay entre ciertos objetos sociales o educativos y el comportamiento que tienen los sujetos de estudio hacia éstos. Es decir, una actitud no es una cosa, sino una relación que tiene un carácter dinámico u orientador de la conducta, por ello se espera que la gente sea oportuna con sus actitudes a la hora de actuar. Por esta razón, la actitud es una estructura cognoscitiva-emocional que orienta la importancia de los objetos y acomoda el comportamiento hacia los objetos (Ibáñez, 2004).

A su vez, Oluwatelure y Oloruntegbe (2010) señalan que "la actitud es un concepto que surge del intento de dar cuenta las regularidades observadas en el comportamiento de los sujetos individuales, la calidad de los cuales se juzga a partir de las respuestas evaluativas observados" (p. 4). Un individuo puede mostrar actitud positiva o negativa hacia un objeto particular, tema o idea. Koch (2005) señala que los sentimientos de los maestros y sus actitudes sobre la ciencia pueden afectar sentimientos y actitudes de sus alumnos. Operacionalmente, la actitud se define como "el conjunto de categorías del individuo en las cuales evalúa un dominio de estímulos que el mismo establece a medida que conoce dicho dominio a través de la interacción con otras personas y que lo relacionan con varios subconjuntos dentro de aquel dominio, con distintos grados de afecto positivo o negativo" (Summers, 1976, p. 368).

Dicho lo anterior, es que los datos son categorizaciones consistentes y características de un sujeto, durante cierto período relativas a objetos. Entre los métodos más utilizados para medir actitudes están: Informes personales, técnicas proyectivas, formulación de opiniones, reacciones fisiológicas, escalas Likert, diferencial semántico y observaciones de conductas. Se ha pretendido un isomorfismo entre la expresión verbal de la conducta y la conducta misma; esto quiere decir que aún no hay una metodología clara acerca de cómo medir las actitudes (Riquelme, 2005).

Según Crano y Prislin (2006), el término de actitud es una preferencia para evaluar algún objeto de una manera favorable o desfavorable. Esta predilección se puede deducir a partir de las respuestas de los sujetos de estudio hacia el objeto de la actitud. Es decir, el objeto de la actitud puede ser cualquier componente distinto del medio en que se encuentra el sujeto y que éste pueda excluir (Guitart, 2002). Este mismo autor menciona que los objetos de la actitud pueden ser "concretos o abstractos, contemplados o particulares, como clase; comportamientos, ideas, situaciones, contemplados concretamente o como clase; grupos sociales, personas concretas, uno mismo" (Guitart, 2002, p. 11).

Conviene subrayar, que las respuestas pueden desarrollarse desde la manifestación de la conducta o a partir de las declaraciones verbales explicitas transformadas en respuestas. En concreto, cualquiera de estas respuestas puede usarse para inferir y deducir la actitud de un sujeto de estudio. No obstante, cada respuesta puede estar influenciada por diversas variables disímiles de la evaluación del objeto de actitud, lo cual esboza orientaciones teóricas complicadas. Además, las respuestas de un mismo sujeto de estudio con diferentes medidas de actitud pueden sugerir distintas actitudes subyacentes, así por ejemplo, un sujeto que efectúa afirmaciones verbales que no coinciden con la conducta que exhibe o con expresiones faciales espontáneas (Muñoz, Quintanilla y Manzanilla, 2019).

Competencias de consulta en línea

Las competencias de consulta en línea se refieren a las actividades web basadas en localizar, evaluar críticamente, sintetizar y comunicar información cuando el sujeto resuelve un problema con la ayuda de información en línea (Sormunen, González-Ibañez, Kiili, Leppänen, Mikkilä-Erdmann, Erdmann, y Escobar-Macaya, 2017). Por lo tanto, este enfoque se superpone con la investigación sobre alfabetismo de la información, pero la investigación se centra únicamente en las aptitudes necesarias en el entorno de Internet (Sormunen *et al*., 2017).

Según Valverde-Crespo, Pro-Bueno y González-Sánchez (2018), las competencias de consulta en línea son un conjunto de conocimientos, procedimientos y actitudes para buscar, seleccionar, evaluar y gestionar información de fuentes digitales e Internet, y transformarla en conocimiento para tomar decisiones y resolver problemas en contextos variados y emergentes a nivel personal y social.

A su vez, las dimensiones de las competencias docentes digitales (Ragel, 2015, p. 241), categorizan las competencias de consulta en línea en la dimensión

informacional, las que se definen como las destrezas necesarias para la búsqueda y gestión de la información dispuesta en distintas fuentes, soportes o lenguaje.

En consecuencia, se pueden desarrollar competencias informacionales (alfabetización digital), específicamente las relativas a investigación y consulta en línea, como por ejemplo: reconocer hechos, reconocer juicios, identificar ideas claves, discriminar entre fuentes, evaluar críticamente, sintetizar e integrar ideas y reconocer fuentes primarias en los respectivos dominios disciplinares (Sormunen *et al*., 2017).

Relación de la actitud y formación docente para la enseñanza de competencias digitales

Como se sienta el docente en el uso de las TIC influirá de manera decisiva en su utilización o no; por lo cual, las concepciones, teorías, expectativas e intereses que tengan los docentes van a intervenir en su comportamiento y sus decisiones sobre qué hacer, cómo hacer y para qué hacer, en lo relacionado al diseño de actividades y desarrollo curricular (Del Moral, Álvarez, Pascual y Pérez, 1998). Por esta razón, la actitud que poseen los docentes hacia las tecnologías, si se sienten seguros o no al utilizarlas, dependerá exclusivamente de su formación inicial docente o de su formación permanente hacia el uso de las TIC (Cabero, 2000).

En el manuscrito de Fernández, Hinojo y Aznar (2002), se concluyó que la gran mayoría de los docentes piensan que su formación inicial y formación permanente fue insuficiente e instrumentalista en el uso de las TIC para la enseñanza, y que además no cubren las necesidades actuales, como, por ejemplo, la gestión de la información disponible en la web y el uso herramientas en Internet (Valdés, Angulo, Urías, García y Mortis, 2011). Algunas investigaciones consideran un factor condicionante para la integración de las TIC, las actitudes que manifiesta el profesorado en cuanto a los recursos tecnológicos y la digitalización de la enseñanza (Cabero, 2014).

En relación con las TIC y el desarrollo de la competencia digital, Svensson y Baelo (2015) realizaron una revisión de varios currículos de formación de profesores en Europa y encontraron que hay más actividades en relación con la adquisición de habilidades técnicas que actividades de aprendizaje, en relación a cómo mejorar el uso pedagógico de estos recursos tecnológicos o promover actitudes positivas hacia el desarrollo de competencias digitales. Esta situación puede ser, quizás,

una de las explicaciones por las que más de una década después encontramos que las escuelas presentan la realidad descrita por Cuban (2001), que a pesar de la presencia de las TIC, apenas se utilizan para realizar prácticas educativas de todo tipo.

El desarrollo de las actitudes y los conocimientos de los estudiantes sobre las TIC requiere la formación de profesores, no sólo en las actitudes sino también en los métodos y formas de enseñanza (Svensson y Baelo, 2015). En este sentido, es necesario que los profesores desarrollen un conocimiento pedagógico que incluya un nivel adecuado de competencias digitales. La enseñanza de las competencias digitales es el resultado de la combinación de conocimientos y competencias tecnológicas; o sea, es necesario saber las posibilidades metodológicas que ofrecen los recursos tecnológicos y la actitud que tienen los docentes hacia el empleo de las TIC. Por ello, se considera importante introducir el componente de actitudes como una variable central hacia la enseñanza de competencias digitales, ya que las medidas para el desarrollo e implementación de las TIC en la educación son inútiles, a menos que el profesor tenga una actitud positiva hacia los beneficios y el potencial que tienen (Petko, 2012).

En consecuencia, independientemente de la intensión de mejorar el contexto educativo utilizando programas computacionales, adaptación curricular, formación continua, apoyo y liderazgo educativo, etc., todas las medidas correctivas resultarán –en última instancia– inútiles, a menos que los profesores tengan una actitud fundamentalmente positiva hacia los beneficios potenciales de las TIC (Svensson y Baelo, 2015). Por lo tanto, Ertmer (2005) sugiere que las creencias y actitudes de los profesores constituyen la “frontera final” para una integración exitosa de las TIC.

Por otra parte, la edad es otra variable que influye en la actitud que tienen los docentes en el uso de las nuevas tecnologías. Según los estudios realizados por Askar y Olkun (2005), Aduwa-Ogiegbaeni (2008), Valdés y colaborares (2011) y Yilmaz y Bayraktar (2014), los docentes jóvenes, de menos de 30 años, tienen una actitud positiva hacia la incorporación de las TIC en la práctica docente. Sin embargo, los docentes de un rango superior a los 40 años poseen una actitud no tan positiva en la incorporación de las nuevas tecnologías en el ámbito educativo, ya que no se formaron con la tecnología, sino que debieron pasar por un proceso de adaptación tecnológica, por la cual algunos aún no han pasado (Valdés *et al*., 2011).

En el estudio de Jiménez (2009) se reafirma la noción anterior, pues en su investigación la mayoría de los docentes se encontraban en un rango superior a los 40 años (54.4%) y por lo cual no se formaron en la era digital. Otro ejemplo es el estudio realizado por Inan y Lowther (2010), en donde encuestaron a 1.382 profesores estadounidenses para examinar qué factores estaban relacionados con la frecuencia del uso de las TIC. Señalaron que, a medida que aumentaban la edad los profesores tendían a disminuir los conocimientos informáticos y la frecuencia de uso de las TIC.

Marco metodológico

Se planteó un diseño cuantitativo y flexible (Vasilachis, 2007), considerando que en esta investigación se analizó las actitudes hacia la enseñanza de competencias de consulta en línea en profesores de Ciencias Naturales (CCNN) y Ciencias Sociales (CCSS) de colegios de la Región Metropolitana de Chile. Además, se pudo conocer las características más relevantes del grupo, por supuesto sobre unidades de análisis que consideró una escala ordinal, ideal para un Análisis de Correspondencias Múltiple (ACM), técnica aplicada sobre variables categóricas que permitió consolidar el conjunto de respuestas de dichas variables en una nube de puntos dibujada sobre dos dimensiones, y se pudo visualizar la posición relativa del conjunto de puntos, respetando siempre las posiciones relativas y originales de los mismos, (Abascal y Grande, 2017).

Para obtener evidencia, se presentó un cuestionario tipo, que exhibe los siguientes aspectos operativos de diseño y análisis de campo:

1. Organización de información y construcción de la base de datos para su posterior análisis, considerando agrupamiento de datos a partir de nuevas escalas.
2. Descripción general de la muestra, utilizando porcentajes de frecuencia y diagramas sobre cada variable en estudio como: Información demográfica, actitudes hacia la enseñanza de competencias de consulta en línea (Ñ), formación docente para la enseñanza de competencias de consulta en linea (P y Q) y apoyo de la comunidad respecto de la enseñanza de competencias de consulta en línea (R).
3. Reducción de afirmaciones a través de un ACM con el fin de optimizar el rendimiento del instrumento definitivo, conformado por 22 afirmaciones para dejar solo aquellas que muestren el mayor nivel de aplicabilidad de

la variabilidad total, permitiendo consolidar los perfiles de creencias de competencias digitales en docentes de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales.

Técnica utilizada: Encuesta

Esta técnica permite la obtención de datos con mayor precisión y rapidez (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio, 2010). En este caso el cuestionario que se aplicó considera principalmente 10 preguntas cerradas, aunque en la primera parte se sumaron 3 preguntas abiertas. Las 13 preguntas son necesarias para reportar las características de la muestra y se utilizó para responder los factores de fondo, como son: género, edad, educación profesional, experiencia docente y formación docente en competencias digitales.

Se utilizó para las preguntas cerradas la escala de Likert como "una escala ordinal y, como tal, no mide en cuánto es más favorable o desfavorable una actitud, sino un escalonamiento de actitudes" (Ander-Egg 2003, p. 135). Se eligió este tipo de instrumento debido a que la información recolectada es más precisa, ya que los encuestados se deben remitir a las alternativas de respuesta que presenta cada ítem. Pareció más apropiado recoger la información de esta manera debido a que permitió ordenar los datos en tablas, gráficos que posibilitaron la interpretación y luego establecieron conclusiones pertinentes.

El apartado Likert de 134 alternativas, de las cuales en esta investigación se utilizó 22 de ellas, fue adaptado a partir de la Encuesta de Actitudes de Lectura en Línea y Comportamientos y Habilidades (SORAB) de Putman (2014), para luego traducirlo al finlandés y español. Después fue validado y piloteado en el contexto del proyecto AKA EDU 03, liderado el director de esta tesis, que pretende mejorar el aprendizaje y la enseñanza competencial del conocimiento escolar en varios dominios a través de la consulta en línea del profesorado y el estudiantado de educación primaria.

Conformación de la muestra

El cuestionario definitivo con 44 afirmaciones fue administrado sobre una muestra intencional y no estadística de 33 profesores de la Región Metropolitana que previamente se inscribieron y participaron en los talleres desarrollados en el marco del proyecto CONICYT AKA EDU-03, de los cuales 16 profesores enseñan Ciencias Naturales (CCNN) y 17 profesores enseñan Ciencias Sociales (CCSS) en la Región Metropolitana de Chile.

Figura 1. Distribución de los profesores que ejercen en colegios de la Región Metropolitana.

Análisis de los datos

Todos los análisis se realizaron a través del paquete estadístico SPSS V23, permitiendo consolidar un perfil de actitudes de los profesores de Ciencias Naturales y Ciencias Sociales hacia la enseñanza de las competencias de consulta en línea, tomando como referencia cada una de las dimensiones del instrumento. En efecto, se describe el set de datos en términos de nuevas variables no correlacionadas; esto, a través de un ACM ejecutado en dos momentos, buscando según (Abascal y Grande, 2017) la mejor representación de los datos como puntos en un espacio euclídeo de baja dimensión, tratando de encontrar grupos entre las afirmaciones dispuestas.

Al revisar el conjunto de afirmaciones de las dimensiones P, Q, R y Ñ se obtuvieron medidas discriminantes con niveles de variabilidad explicada superior al 20% (0,2 sobre cada eje de coordenadas), tal como se muestra en Figura 2 en su carga factorial. Esto es necesario ya que cualquier valor inferior a este rango se

considera como incluida en las demás variables con mayor carga.

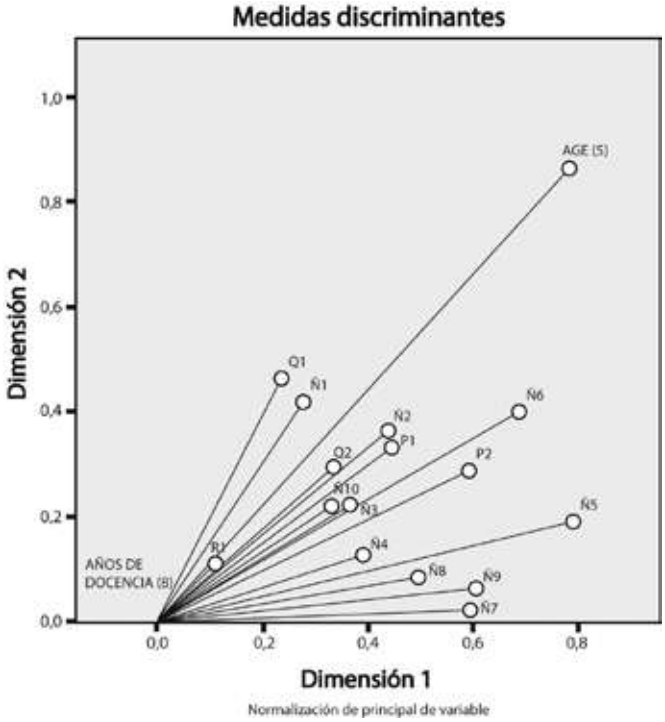

Figura 2. Medida discriminante distribuida por carga factorial.

Perfiles identificados a partir de la dimensión Ñ

Según la Figura 3, se encontró el perfil 01 que presenta el 57% de la muestra, específicamente en profesores de Ciencias Sociales con menos 2 años de ejercicio o más de 5 en una misma institución, y al menos 2 años de carrera, de jornada completa, con edades comprendidas entre 27 y 56 años, bastante diverso. Sobre las actitudes hacia la enseñanza de competencias de consulta en línea (Ñ) se encontró que, los profesores de Ciencias Sociales está parcialmente de acuerdo con preferir guiar la investigación de los estudiantes en Internet en vez de enseñarles en la forma tradicional, pudiendo tal vez resultarles útil usar artículos de Wikipedia como materiales de aprendizaje, considerando parcialmente que lo(a)s niño(a)s que no aprenden a utilizar Internet no desarrollan competencias importantes; también que el uso de Internet en la escuela apunta a un aprendizaje más interesante, teniendo preferencia en su uso al querer saber sobre algo, por tanto, la ven como una herramienta importante para el desarrollo de la asignatura, aunado a la necesidad de aprender a usar

Internet para obtener información, sabiendo que mucha de ella es fiable debido a que está asociada a los textos de expertos publicados allí.
Finalmente, manifiestan su gusto por Internet como herramienta para encontrar diversidad de opiniones sobre preguntas interesantes para el desarrollo de sus asignaturas, permitiéndoles discutir y compartir ideas a través de la red con otros colegas (por ejemplo, en el chat, WhatsApp, etc.).

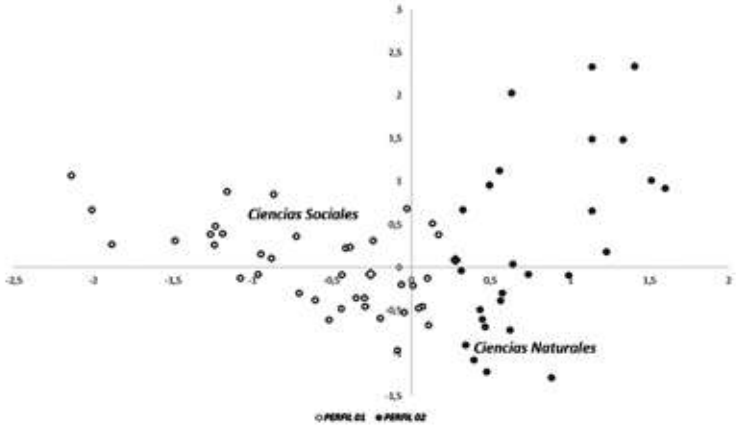

Figura 3. Perfiles obtenidos a partir de la dimensión Ñ

Por otra parte, según la Figura 3 se encontró el perfil 02, que representa el 40% de la muestra, particularmente en profesores de Ciencias Naturales con entre 2 y 5 años de ejercicio en una misma institución, con jornada completa mayormente (solo el 9% tiene jornada parcial), con edades comprendidas entre 28 y 61 años; bastante similar al grupo anterior en este aspecto. En relación con las actitudes hacia la enseñanza de competencias de consulta en línea se encontró que parte de los profesores de Ciencias Naturales están en desacuerdo con preferir guiar la investigación de los estudiantes en Internet en vez de enseñarles en la forma tradicional, resultándoles poco útil usar artículos de Wikipedia como materiales de aprendizaje, pensando que no necesariamente lo(a)s niño(a)s que no aprenden a utilizar Internet no desarrollan competencias importantes, no estando ni de acuerdo ni en desacuerdo con que el uso de Internet en la escuela apunta a un aprendizaje más interesante, prefiriendo usar Internet solo al investigar para sí mismo; siendo entonces bastante importante para el desarrollo de su asignatura, es decir, es una herramienta útil para él pero no para el estudiante, pues no tiene dominio suficiente para aprovecharla. Por tanto, considera relevante aprender a usar Internet para obtener información, sobre todo teniendo certeza de que mucha de ella es fiable, pues proviene de los textos publicados allí por expertos.

En definitiva, manifiestan que les gusta Internet, ya que encuentran opiniones diversas acerca de preguntas interesantes para el desarrollo de sus asignaturas, permitiéndoles también discutir y compartir sus ideas a través de la red con otros colegas (por ejemplo, en el chat, WhatsApp, etc.).

Estadística descriptiva de la dimensión formación docente (P, Q y R)

P1) *¿Durante mis estudios de pre-servicio de maestro fui educado para desarrollar la enseñanza de las competencias de consulta en línea (para utilizar las TIC e Internet en la enseñanza, guiar a los estudiantes en la búsqueda y evaluación de la información web, etc.)?*

Se evidenció que los profesores pertenecientes a CCNN expresan estar "De acuerdo" en un 38% y "Muy de acuerdo" el 25% de los casos, respecto a si fue educado para desarrollar la enseñanza de las competencias de consulta en línea, mientras que los asociados a CCSS, el 29% menciona estar "Muy en desacuerdo" y el 24% "En desacuerdo".

P2) *¿Qué tan satisfecho está usted con la formación formal recibida?*

Se expresa el nivel de satisfacción respecto a la formación formal recibida. El área de CCNN menciona estar "De acuerdo" o "Muy de acuerdo" en un 75% de los casos, para ambas alternativas, mientras que los pertenecientes a CCSS expresan estar "De acuerdo" y "Muy de acuerdo", el 41% y 12%, respectivamente.

Q1) *He desarrollado mi experticia en la enseñanza de las competencias de consulta en línea a través de mi tiempo libre.*

Se evidencio el nivel con el que los profesores expresan su nivel de acuerdo/desacuerdo acerca del desarrollo de experticia en la enseñanza de las competencias de consulta en línea a través del tiempo libre. Los asociados a CCNN mencionan un nivel de "De acuerdo" el 38% y "Muy de acuerdo" el 19% de los casos, mientras que los profesores pertenecientes a CCSS, expresan estar "De acuerdo" y "Muy de acuerdo" con dicha afirmación el 59% y 24% de los casos, respectivamente.

Q2) *¿Qué tan satisfecho estás de tus logros obtenidos a través de tus propios esfuerzos?*

Se demostró la satisfacción relacionada a los logros obtenidos a través de esfuerzos propios, en CCSS, más del 80% de los casos expresan estar "De acuerdo" o "Muy de acuerdo", considerando ambas opciones.

R) *¿Mi comunidad escolar me ha apoyado en el desarrollo profesional en cuanto al uso de las TIC e Internet, así como en las pedagogías de consulta en la web?*

Se expresa que de los profesores pertenecientes a CCNN el 31% se encuentra "Algo satisfecho" y el 19% "Muy satisfecho" respecto al apoyo que ha recibido por la comunidad escolar en el desarrollo profesional en cuanto al uso de las TIC e Internet, así como en las pedagogías de consulta en la web, mientras que los asociados a CCSS el 47% y 18% mencionan sentirse "Algo satisfecho" y "Muy satisfecho", respectivamente.

Discusión de los resultados obtenidos

Los profesores que enseñan Ciencias Sociales y Ciencias Naturales se caracterizan en que más del 76% se formaron profesionalmente en Universidades, con un mínimo de 9 semestres de cursado disciplinar y pedagógico en su plan de estudio. Además, ambos grupos de profesores poseen más de 5 años ejerciendo la carrera docente y tienen jornada completa en su establecimiento educacional.

Con respecto a la formación inicial docente para la enseñanza de competencias de consulta en línea, el 53% de los profesores que enseñan Ciencias Sociales reveló no estar satisfecho con su formación formal para desarrollar en los estudiantes la búsqueda, gestión y evaluación de la información en Internet. En cambio, un 63% de los profesores que enseñan Ciencias Naturales indicó estar de acuerdo con su formación formal para la enseñanza de competencias de consulta en línea.

En cuanto a la relación de las actitudes hacia la enseñanza de competencias de consulta en línea con sus factores de fondo, específicamente de género, edad, experiencia docente, asignatura que enseñan, educación profesional, apoyo de la comunidad escolar, práctica docente y formación en competencias digitales de los profesores, solo la edad fue la característica relevante en la muestra, asociada a la predisposición de los profesores; por ende, a mayor edad menor predisposición hacia la enseñanza de competencias de consulta en línea.

Lo anterior, la relación con la edad y experiencia docente, puede deberse que los profesores de Ciencias Sociales de la muestra son de mayor edad, específicamente poseen un promedio de 42 años y más del 59% son mayores de 40 años. Por el contrario, los profesores que enseñan Ciencias Naturales solo un 25% son mayores de 40 años. Estos resultados se pueden relacionar con

los estudios planteados por Askar y Olkun (2005), Aduwa-Ogiegbaeni (2008), Jiménez (2009), Valdés y cols. (2011), Inan y Lowther (2010) y Yilmaz y Bayraktar (2014), para los cuales los docentes de un rango superior a los 40 años poseen una actitud no tan positiva hacia la enseñanza de competencias de digitales, debido a que tienden a disminuir sus conocimientos informáticos y esto conlleva a una menor frecuencia de uso de las TIC.

Por otra parte, los docentes que enseñan Ciencias Naturales y Ciencias Sociales expresaron estar satisfechos con su formación formal, el 75% y 53%, respectivamente. Según el último resultado, se puede deducir que la formación inicial y permanente de los profesores de Ciencias Sociales fue insuficiente e instrumentalista en el uso de las nuevas tecnologías para la enseñanza de las competencias digitales, ya que más del 80% de ellos manifestaron que su experticia en la enseñanza de las competencias de consulta en línea se debe a su formación informal.

En ese sentido, estos resultados coinciden con las investigaciones formalizadas por Svensson y Baelo (2015), quienes comprobaron que las instituciones de formación docente de varios países no se ocupaban apropiadamente en mejorar las competencias digitales de los profesores, y su formación se basaba en el mero uso instrumental de las computadoras e Internet.

Respecto a las actitudes hacia la enseñanza de competencias de consulta en línea no existe un apoyo mayoritario por parte de los profesores de ambas asignaturas, en relación a ser un guía para la investigación de los estudiantes utilizando Internet. Esto confirmaría que algunos profesores utilizan Internet de forma tradicional en sus clases, solo para la preparación de material didáctico y de uso personal, por ejemplo búsqueda de imágenes y videos para elaborar una estrategia de presentación con apoyo de imágenes proyectadas (fijas o multimedia), y no para promover la investigación de los estudiantes utilizando Internet.

Asimismo, según la estadística descriptiva, más del 75% de los profesores que enseñan Ciencias Sociales y Ciencias Naturales señalan que el uso de Internet en la escuela apunta a un aprendizaje más interesante, teniendo preferencia en su uso al querer saber sobre algo; por tanto la ven como una herramienta importante para el desarrollo de la asignatura. Esto se relaciona con lo postulado por Cebrián y Pérez (2003), quienes mencionan que al navegar por Internet los profesores pueden encontrarse con información que les puede servir para

la enseñanza y el aprendizaje de un contenido específico de las ciencias, así, por ejemplo: sitios web, foros, simuladores, revistas especializadas, imágenes, videos, estadísticas y simulaciones, entre otros.

Conclusiones

Según las orientaciones teóricas discutidas en esta investigación, las actitudes del profesorado que enseña Ciencias Sociales y Ciencias Naturales en nivel primario son uno de los principales factores que influyen en la enseñanza de competencias de consulta en línea. Para comprobar estas orientaciones teóricas, 33 profesores de ambas asignaturas, pertenecientes a 18 colegios distribuidos en 10 comunas de la Región Metropolitana, contestaron una encuesta de un valor de confiabilidad del 81% y que mide actitudes, comportamiento y habilidades para la enseñanza de competencias de consulta en línea.

A partir de lo anterior, se plantea que hubo diferencias entre los profesores de Ciencias Sociales y Ciencias Naturales, con respecto la dimensión formación docente para la enseñanza de competencias de consulta en línea. En específico, más de la mitad de los docentes que enseñan Ciencias Sociales no están satisfechos con su formación inicial y permanente con respecto a las competencias digitales. Con el estudio se pudo concluir que la formación inicial y continua de estos profesores es insuficiente. Considerando que en la formación docente del siglo XX y del actual, las instancias de perfeccionamiento de las TIC son precarias, y en las carreras de pedagogía no parece ser un requisito constituir un curso formal de TIC con el fin de promover actitudes positivas hacia el desarrollo competencias de consulta en línea.

Respecto a la dimensión actitudes hacia la enseñanza de competencias de consulta en línea, gran parte de los profesores que enseñan Ciencias Sociales y Ciencias Naturales utilizan Internet de forma tradicional en sus clases, o sea solo para recopilar información y preparar material educativo, y no para promover la investigación de los estudiantes utilizando Internet. Por lo tanto, esta investigación concuerda con lo mencionado en los estudios de Valverde-Crespo *et al.*, (2018), que indican que las actividades elaboradas por los profesores en relación a la búsqueda y evaluación de la información en Internet no tienen un fin claro y se tornan una acción instrumentalista, que podría conducir a una formación limitada e insuficiente del estudiante para iniciar una búsqueda de información, interpretar su contenido y valorar su fiabilidad.

Agradecimientos

Los autores de este artículo agradecen a la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) que patrocina el proyecto AKA EDU-03, del cual procede este producto científico, cuya institución principal es la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Referencias bibliográficas

Abascal, E. & Grande, I. (2017). *Fundamentos de investigación comercial*. Madrid: ESIC Editorial.

Aduwa-Ogiegbaen, S. (2008). In-Service Teachers' Attitude to computers and their perception of Obstacles to their Use in Primary and Secondary Schools in Nigeria. *European Journal of Scientific Research*, *21* (1), 175-188.

Ander-Egg, E. (2003). *Métodos y técnicas de investigación social IV. Técnicas para la recogida de datos e información*. Buenos Aires – México: Grupo Editorial Lumen Hymanitas. p. 135-138.

Askar, P. & Olkun, S. (2005). The use of ICT in schools based on PISA 2003 data. *Eurasian Journal of Educational Research*, *19*, 15 – 34

Cabero, J. (2000). Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación: aportaciones a la enseñanza. En Cabero, J. (Ed.), *Nuevas Tecnologías aplicadas a la educación*. Madrid: Síntesis, (p. 15-38).

Cabero, J. (2014). Formación del profesorado universitario en TIC. Aplicación del método Delphi para la selección de los contenidos formativos. *Educación XXI*, *17* (1), 111-132.

Cebrián, M. & Pérez, M.D. (2003). ¿Para qué utilizan los profesores Internet en la docencia? En *Enseñanza virtual para la innovación universitaria*. Vol. 3, (p. 46-77) Narcea Ediciones, España.

Crano, W. & Prislin, R. (2006). Attitudes and persuasion. Annu. *Rev. Psychol*, *57*, 345-374.

Cuban, L. (2001). *Oversold and Underused: Computers in the Classroom*. Cambridge, Massachusetts (USA): Harvard University Press, Estados Unidos.

Del Moral, M., Álvarez, M., Pascual, M. & Pérez, R. (1998). Actitudes del profesorado hacia la incorporación de las Nuevas Tecnologías de la Comunicación en educación. In *Recursos tecnológicos para los procesos de enseñanza y aprendizaje* (p. 147-167). Universidad de Málaga, España.

Ertmer, P. (2005). Teacher pedagogical beliefs: The final frontier in our quest for technology integration. *Educational Technology, Research and Development*, *53*(4), 25-39.

Fernández, F., Hinojo, F. & Aznar, I. (2002). Las actitudes de los docentes hacia la formación en tecnologías de la información y comunicación (TIC) aplicadas a la educación. Contextos educativos: *Revista de educación, (5)*, 253-270.

García-Ruiz, M., & Sánchez, B. (2006). Las actitudes relacionadas con las ciencias naturales y sus repercusiones en la práctica docente de profesores de primaria. *Perfiles educativos, 28*(114), 61-89.

Guitart, R. (2002). *Las actitudes en el Centro Escolar*. España: Editorail Graó (p. 11-48).

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación*. (4ta Ed.). México: McGraw-Hill.

Ibáñez, T. (2004). *Introducción a la psicología social*. Barcelona, UOC.

Inan, F. A. & Lowther, D. L. (2010). Factors affecting technology integration in K-12 classrooms: A path model. *Educational Technology Research and Development, 58*(2), 137-154.

Jiménez, J. (2009). *Estudio sobre las actitudes y conocimientos que tiene los docentes universitarios de pregrado de la universidad externado de Colombia, frente a la utilización de tecnología en su práctica pedagógica*. Tesis para optar al grado de Magíster en Educación Mención Informática educativa. Universidad de Chile, Santiago.

Koch, J. (2005). *Science stories: science methods for elementary and middle school teachers*. New York: Houghton.

Muñoz, D., Quintanilla, M. & Manzanilla, M. (2019). Construcción y validación preliminar de un instrumento de evaluación de actitudes hacia la clase de química para estudiantes de educación secundaria. *Educación Química, (30),* 121-135.

O'Byrne, W. I., & McVerry, J. G. (2009). Measuring the dispositions of online reading comprehension: A preliminary validation study. In J. Worthy, B. Maloch, J. V. Hoffman, D. L. Schallert, & C. M. Fairbanks (Eds.), *57th Yearbook of the National Reading Conference* (p. 362–375). Oak Creek, WI: National Reading Conference.

Oluwatelure, T. A., & Oloruntegbe, K. O. (2010). Effects of parental involvement on students attitude and performance in science. *African Journal of Microbiology Research, 4*(1), 001-009.

Petko, D. (2012). Teachers' pedagogical beliefs and their use of digital media in classrooms: Sharpening the focus of the 'will, skill, tool'model and integrating teachers' constructivist orientations. *Computers & Education, 58*(4), 1351-1359.

Putman, S. M. (2014). Exploring dispositions toward online reading: Analyzing the survey of online reading attitudes and behaviors. *Reading Psychology, 35*(1), 1-31.

Rangel, A. (2015). Competencias docentes digitales: propuesta de un perfil. *Píxel-Bit, 46*, 235-248.

Riquelme, I. (2005). *Actitudes de los estudiantes de cuarto medio hacia las ciencias naturales*. Tesis para optar al grado de magíster en educación con mención en currículo y comunicación educativa. Universidad de Chile, Santiago.

Sanmartí, N. & Tarín, R. (1999). Valores y actitudes: ¿Se puede aprender ciencias sin ellos? *Alambique: Didáctica de la Ciencias Experimentales, (22),* 55-65.

Sarabia, B. (1992). *El aprendizaje y la enseñanza de las actitudes*. C. Coll, JI Pozo, B. Sarabia & E. Valls, Los contenidos en la Reforma. Madrid: Santillana.

Sormunen, E., González-Ibáñez, R., Kiili, C., Leppänen, P. H., Mikkilä-Erdmann, M., Erdmann, N. & Escobar-Macaya, M. (2017). A Performance-based Test for Assessing Students' Online Inquiry Competences in Schools. In *European Conference on Information Literacy* (p. 673-682). Springer, Cham.

Summers, G. (1975). *Medición de actitudes*. México, Trillas.

Svensson, M. & Baelo, R. (2015). Teacher students' perceptions of their digital competence. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 180*, 1527-1534.

Tanni, M. (2013). *Teacher trainees' information seeking behaviour and their conceptions of information literacy instruction*. Recuperado de: http://tampub.uta.fi/bitstream/handle/10024/68249/978-951-44-9204-4.pdf;sequence=1

Valdés, A., Angulo, J., Urías, M., García, R. & Mortis, S. (2011). Necesidades de capacitación de docentes de educación básica en el uso de las TIC. *Pixel-Bit, 39*, 211-223.

Valverde-Crespo D., Pro-Bueno A. & González-Sánchez, J. (2018). La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias, 15*(2), 2105.

Vasilachis, I. (2007). *Estrategias de investigación cualitativa*. Buenos Aires: Gedisa.

Yilmaz, O. & Bayraktar, D. M. (2014). Teachers' attitudes towards the use of educational technologies and their individual innovativeness categories. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 116*, 3458-3461.

CAPÍTULO 5

MODELIZAR, PENSAR Y REPRESENTAR CIENCIAS NATURALES CON TIC

Maricel Occelli, Nora Valeiras*

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Justificación teórica
- Enseñanza de las ciencias y modelización
- Las TIC y la modelización en la enseñanza de las ciencias
- Los videojuegos y la modelización
- Las experiencias de aprendizaje
  1. El videojuego Kokori y el metabolismo celular
  2. Modelización con animación digital y la división celular
- Proyecciones y conclusiones
- Referencias bibliográficas

(*) Profesora visitante del proyecto AKA EDU-03, 2018 y 2019.

Resumen

En este capítulo nos referimos a la práctica científica de la modelización en ciencias naturales, la cual ha sido ampliamente abordada desde la producción académica. Se propone una perspectiva que asume al aprendizaje como un proceso social y que en él se ponen en juego diferentes medios, entre los cuales tienen lugar las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC). En particular, discutimos cómo las tecnologías fomentan procesos vinculados a la modelización, al razonamiento y a la representación del conocimiento científico. Desde la enseñanza de las ciencias, la incorporación de la modelización puede ser un modo de aproximación a la actividad científica ya que fomenta el desarrollo de habilidades intelectuales potentes, que promueven la comprensión del mundo natural. La modelización es una forma de representar sistemas incluyendo diversos elementos lingüísticos o iconográficos. Se entiende a los modelos como construcciones mediadoras entre el campo teórico y el campo empírico y que, por lo tanto, permiten la exploración de ambos dominios. A su vez, la modelización, además de la construcción y uso de modelos, incluye el uso de otras representaciones y su comunicación con elementos visuales. Por su parte, las representaciones se construyen a partir de diversos registros semióticos y pueden crearse bajo varios soportes, como por ejemplo, en el formato de dibujos, maquetas, imágenes digitales entre otros. Nos enfocamos en cómo las TIC pueden mediar la expresión e interacción con modelos en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, aportando el análisis de dos experiencias educativas referidas a temáticas de biología celular. Los resultados de ambas experiencias muestran las características de diseños didácticos, que al incorporar tecnologías fomentan un pensamiento basado en modelos.

Introducción

En los últimos años se ha enfatizado en la importancia de orientar la enseñanza de las ciencias para que las y los ciudadanos puedan comprender los fenómenos de su entorno y tomar decisiones fundamentadas ante debates o disyuntivas que implican cuestiones científicas, tecnológicas, ambientales y sociales. Para ello, resulta esencial que la educación en ciencias promueva la comprensión de las prácticas científicas, entre las cuales la modelización se destaca por su potencialidad teórica y metodológica.

La modelización como práctica científica ha sido muy estudiada por la comunidad académica, lo cual ha permitido poner de manifiesto su importancia a la hora de

pensar en la educación científica (Couso, 2014; Gilbert y Justi, 2016). Nuestra contribución a esta discusión proviene de enriquecer el abordaje didáctico de esta práctica científica a partir de integrar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las cuales se presentan como herramientas potentes que abren nuevas oportunidades para el diseño de ambientes de aprendizaje en ciencias.

Comenzamos este capítulo situando nuestra perspectiva teóricamente, a través de un diálogo de ideas y proposiciones provenientes de diferentes campos como la filosofía de las ciencias, la tecnología educativa y la didáctica de las ciencias. Delimitamos conceptos y exponemos las perspectivas desde las cuales la modelización, los razonamientos y las representaciones de los conocimientos científicos pueden ser potenciados con la mediación de las TIC.

Seguidamente, a modo de aporte tanto para prácticas de enseñanza como para la investigación, analizamos dos experiencias que integran recursos tecnológicos para el abordaje de modelos teóricos científicos. La primera de ellas aborda el proceso de metabolismo celular e incorpora la utilización del videojuego educativo *Kokori*, y la segunda propone la modificación de una técnica de rodaje, como lo es el *stopmotion*, para la temática de mitosis o división celular.

Justificación teórica

Las TIC constituyen herramientas con las cuales es posible pensar, imaginar y crear. La perspectiva teórica desde la cual se asume dicha posibilidad reconoce a los seres humanos como personas que piensan con y a través de herramientas, en colectivos constituidos por humanos-con-medios (Villarreal y Borba, 2010). Esta perspectiva teórica implica asumir que el aprendizaje es un proceso social y que en él se ponen en juego diferentes “medios”, es decir, herramientas, instrumentos, dispositivos, artefactos u objetos tecnológicos (materiales o simbólicos). De este modo, las tecnologías pasan a tener rol como mediadoras de los procesos epistémicos, y por lo tanto resultan de especial interés para la modelización, el razonamiento y la representación del conocimiento científico.

La modelización es una forma de representar sistemas incluyendo diversos elementos lingüísticos o iconográficos. Se entiende aquí a los modelos como construcciones representacionales mediadoras entre el campo teórico y el campo empírico y que por lo tanto permiten la exploración de ambos dominios (Giere, 2005; Adúriz-Bravo y Ariza, 2014; Lombardi, 2010). De modo que un modelo

puede interpretarse como objetos abstractos cuyas estructuras pueden ser similares a los aspectos de los objetos y procesos del mundo "real". Esto significa que las relaciones entre el modelo y los objetos o procesos de la realidad son de similitud y no de correspondencia, y se establecen a través de consideraciones teóricas (Giere, 2005). En este sentido, los modelos se construyen y modifican con el objetivo de proporcionar interpretaciones y predicciones sobre fenómenos compatibles con los conocimientos teóricos y datos empíricos existentes. A su vez, en la construcción de modelos se producen diálogos continuos en los que se ponen en juego procesos de teorización, experimentación y argumentación. Así, tiene lugar un análisis comparativo entre las predicciones de los modelos con los datos empíricos sobre los sistemas modelados, de modo que se pueda –a partir este proceso– establecer una aceptación, mejora o rechazo de los modelos analizados (Giere, 2001).

En la producción de conocimiento científico en ciencias naturales se advierte que la modelización tiene lugar en todos los contextos identificados por Echeverría (1995) para la actividad científica: innovación, aplicación, evaluación y educación. En este sentido Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich (2009) indican que la ciencia elabora modelos teóricos para resolver problemas científicos, los cuales pueden surgir como transformación de modelos anteriores o como estructuras totalmente nuevas. Cuando estos modelos se establecen, pueden ser utilizados para la explicación de hechos problemáticos mediante razonamientos abductivos y analógicos, los cuales permiten subsumir un fenómeno o caso en estudio bajo un modelo teórico, en virtud de que se le reconoce un parecido de familia entre el fenómeno y el modelo que puede explicarlo (Adúriz-Bravo, 2017). Este proceso de vincular datos y modelo, nuevos fenómenos, datos empíricos o conocimientos teóricos puede llevar a revisar el modelo, ajustarlo o mejorarlo de modo sustantivo.

Por otra parte, tanto en la construcción como en la comunicación del conocimiento científico interactúan dispositivos o "inscripciones" en los términos definidos por Bruno Latour (1986), es decir, como herramientas representacionales que pueden complementarse o superponerse. Así, se construyen nuevos conceptos a través de un proceso de razonamiento recursivo que incluye la visualización, su representación (con dispositivos materiales o simbólicos) y su registro. En las aulas de ciencias, puede suceder un proceso epistémico similar cuando los estudiantes, a partir de sus recursos conceptuales y de representación, tienen el reto de visualizar, desarrollar y justificar explicaciones para los fenómenos o patrones observados (Tytler *et al*., 2013). Entendemos a la visualización como el

proceso complejo mediante el cual las y los científicos desarrollan o producen imágenes, esquemas y representaciones gráficas que pueden referirse tanto a objetos que se cree que tienen algún tipo de existencia material o física, como a constructos puramente mentales, conceptuales y abstractos. En este contexto proponemos a la visualización como una práctica científica que constituye un aspecto esencial en la modelización del conocimiento (Evagorou *et al*., 2015).

Desde la enseñanza de las ciencias, se plantea que la incorporación de la modelización puede ser una puerta de aproximación al razonamiento científico, fomentando el desarrollo de habilidades intelectuales potentes que promueven la comprensión del mundo natural (Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009; Aragón *et al*., 2018). El razonamiento científico depende de tres formas específicas de conocimiento: el conocimiento de los conceptos específicos del dominio en cuestión; el conocimiento del procedimiento, es decir, la metodología que se utiliza para conocer; y, por último, el conocimiento epistémico que es el conocimiento de las construcciones y valores epistémicos y de cómo éstos se utilizan para justificar las afirmaciones de la ciencia. Tomando esta distinción, Kind y Osborn (2017) sintetizan seis estilos de razonamiento científico que han sido identificados desde la historia de la ciencia: matemático deductivo, evaluativo experimental, de modelación hipotética, de categorización y clasificación, probabilístico y de razonamiento histórico evolutivo. Estos estilos de razonamiento tienen lugar en los procesos de modelización; de hecho, se podría decir que un razonamiento basado en modelos abarca la mayoría de los tipos de razonamiento científico, los unifica y correlaciona en la noción de un modelo. Así, por ejemplo, mediante procesos inductivos se generan modelos basados en datos empíricos, principios teóricos o ecuaciones matemáticas, o se justifican explicaciones y predicciones en base a los modelos utilizados mediante procesos deductivos (Develaki, 2017). De manera que enseñar ciencias a través de la modelización es una manera de acercar al estudiantado a los modos del pensamiento científico.

Al respecto Agustín Adúriz-Bravo (2015) enfatiza la potencialidad del pensamiento "basado en modelos" para la enseñanza de las ciencias naturales desde una perspectiva modelo-teórica. El autor propone un modo de pensamiento que surge de una mixtura entre el "pensamiento lógico" relacionado a la estructura sintáctica de las disciplinas y validado en el contexto de justificación y, el "pensamiento narrativo" vinculado a los aspectos argumentativos de la actividad científica y a su construcción histórica, por lo que tendría lugar en el contexto de descubrimiento. Así, el pensamiento basado en modelos, que surge como

un tercer modo y que podría semejarse a un “híbrido” entre los dos anteriores, se sustenta en un razonamiento que postula hipótesis desde un modelo teórico (razonamiento abductivo). El modelo teórico permite la interpretación de las situaciones y da lugar a razonamientos hipotéticos que incluyen la construcción de predicciones contrastables y su evaluación crítica. En este capítulo buscaremos argumentar cómo este tercer modo de pensamiento puede mediarse con el uso de las TIC en clases de Ciencias Naturales. Pero antes de abocarnos directamente a esta sinergia entre la perspectiva modelo-teórica y las potencialidades que proveen las TIC brindaremos una ubicación de esta discusión en el campo de la didáctica de las ciencias.

Enseñanza de las ciencias y modelización

La modelización en la enseñanza de las ciencias ha sido abordada y discutida de modo prolífero. A fin de contextualizar nuestro aporte desde este capítulo, reseñamos brevemente a continuación las perspectivas didácticas desde las cuales se puede pensar la modelización.

Como ya hemos expresado, trabajar la modelización en clases de ciencia es un modo de aproximar al estudiantado a la actividad científica. Resulta importante destacar que en la historia de la didáctica de las ciencias se registran numerosas corrientes curriculares y didácticas para acercar a las y los estudiantes al trabajo científico, dentro de las cuales se encuentra el enfoque denominado IBSE (*Inquiry-Based Science Education*), por sus siglas en inglés, que podría traducirse como “enseñanza de las ciencias como indagación” o “enseñanza de las ciencias centrada en la indagación”. Al respecto, Digna Couso (2014) analiza críticamente las diferentes formas que ha tomado este enfoque en la enseñanza de las ciencias e indica cómo la discusión en este campo ha reorientado la mirada hacia la “indagación centrada en la modelización” (*Model-Based Inquiry, MBI*). Esta última propone la actividad de indagación para la generación, utilización y revisión de modelos. Así, los modelos que se construyen desde esta perspectiva no son solo descriptivos o empíricos, sino interpretativos y conjeturales. Por lo tanto, permiten poner en juego razonamientos que vinculan evidencia empírica con construcciones teóricas.

Por su parte, Gilbert y Justi (2016) exponen los diferentes modos en que se ha hecho referencia a la enseñanza de las ciencias a través de la modelización, y distinguen dos perspectivas distintas que en ocasiones se han utilizado de modo erróneo como sinónimos, quizás al reducirse a sus siglas en inglés. La primera

de ellas es lo que podría traducirse como "enseñanza basada en modelos" (*Model-Based Teaching, MBT*) y se vincula al proceso de enseñanza en el cual los modelos son proporcionados por la/el docente, el libro de texto o cualquier otra fuente, y en la cual dichos modelos son utilizados por el estudiantado en diversas actividades. La segunda perspectiva, puede traducirse como "enseñanza basada en la modelización" (*Modelling-Based Teaching, MBT*) y refiere a un proceso educativo en el que los estudiantes participan en la modelización de una entidad determinada.

A su vez, en función de los aportes que brinda la bibliografía referida al aprendizaje de modelos y la modelización, Gilbert (2004) caracteriza cinco enfoques educativos que no son mutuamente excluyentes sino que pueden presentarse en las aulas como un proceso que da lugar a distintos niveles de complejidad cognitiva.

- *Aprendizaje de modelos curriculares*: el foco está puesto en el contenido científico, es decir, en que los estudiantes aprendan un "producto" que podría denominarse como el modelo curricular. A su vez, para lograr este objetivo puede que se utilicen modelos de enseñanza o dispositivos desarrollados especialmente, como –por ejemplo– los modelos analógicos.
- *Aprender a utilizar modelos*: después de presentar a los estudiantes un modelo, éstos tienen que aplicarlo en contextos en los cuales el modelo también funcionará; es decir, que a partir de su estructura es posible la explicación del fenómeno o la resolución de problemas.
- *Aprender a revisar modelos*: las y los estudiantes tienen la oportunidad cambiar un modelo ya sea para aplicarlo a un contexto distinto del que se encontró inicialmente o para utilizarlo con fines diferentes de los que dieron origen al modelo.
- *Aprender a reconstruir un modelo*: el estudiantado recrea un modelo, cuya esencia ya conoce, utilizando modos de representación distintos a los que originalmente se utilizaron para expresar el modelo. Este modo creativo promueve que también se aprendan algunos detalles o relaciones del modelo que, en principio, el grupo desconoce.
- *Aprender a construir un modelo de "novo"*: una situación en la que las y los estudiantes trabajan sin conocer de antemano el modelo resultante. Esto significa que el grupo tiene que pensar en la entidad que se está modelando, haciendo y respondiendo preguntas sobre ella, expresando de la mejor manera

posible la construcción del modelo, planificando y llevando a cabo pruebas del modelo, y evaluando el resultado general.

Estas formas de aprender ciencias vinculadas a la modelización, pueden tener lugar en las aulas a través de diferentes diseños didácticos. Adúriz-Bravo e Izquierdo Aymerich (2009) proponen vincular en las clases de ciencias naturales hechos y modelos, ya sea para que las y los estudiantes reconstruyan estos modelos o para que a través de éstos puedan explicar cuestiones de interés. Desde esta perspectiva, la recreación de los modelos no se plantea como un 'redescubrimiento' de aquellas ideas complejas que requirieron siglos de trabajo, sino como una apropiación de herramientas intelectuales que se representan en el aula según el nivel de formalidad que sea necesario para cada problema y cada momento del aprendizaje.

A su vez, el trabajo áulico vinculado a la modelización puede integrar un conjunto de actividades y responder a diversos objetivos. Al respecto, Aragón *et al*. (2018) sintetizaron los aportes de diversos autores y proponen, a modo operativo, ocho categorías para analizar los objetivos didácticos que pueden tener las actividades implicadas en procesos de modelización: integrar nuevas informaciones; representar con imágenes o simulaciones o trabajar con otras ya hechas; interpretar la realidad de forma verbal; estimular la utilización de los modelos; aplicar modelos a nuevas situaciones; revisar modelos; admitir el carácter evolutivo de los modelos; gestionar la variedad de modelos disponibles y aportar ideas de manera creativa para la génesis de nuevos .

Por último, los modelos pueden expresarse en una variedad de formas o representaciones a partir de diversos registros semióticos y utilizando múltiples soportes (Evagorou *et al*., 2015). Cuando estas representaciones son construidas por el estudiantado, se puede hablar de representaciones externas (RE). Las RE son construcciones semióticas que de modo dialéctico interactúan con las representaciones internas permitiendo su exteriorización, pero a su vez también promueven la adquisición de nuevos conocimientos. Estas expresiones concretas son creadas para comunicar, negociar significados, resolver problemas, mejorar la cognición, el razonamiento o las habilidades operativas (Adúriz-Bravo *et al*., 2005). De esta manera, no solo se constituyen en vías para la circulación del conocimiento sino que son en sí mismas formas de conocer y aprender (Pérez Echeverría y Scheuer, 2009). Es en este sentido que los sistemas de representación generan nuevas funciones epistémicas, nuevas formas de conocer y operar sobre mundos simbólicos, permitiendo re-presentar no sólo objetos reales, sino

sobre todo mundos posibles (Pérez-Echeverría *et al*., 2010). En particular, se pueden distinguir representaciones materiales o maquetas; representaciones visuales como imágenes, dibujos y diagramas; representaciones simbólicas/ abstractas (también llamadas "modelos conceptuales") y representaciones en simulaciones computacionales que incorporan un componente dinámico en los sistemas modelados. En este capítulo queremos enfatizar cómo las TIC pueden mediar la expresión e interacción con modelos en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, aportando análisis y experiencias vinculadas a la escuela secundaria.

Las TIC y la modelización en la enseñanza de las ciencias

Al integrar las TIC, los modelos pueden expresarse en forma de simulaciones computacionales; de hecho, las simulaciones son programas computacionales que se basan en un modelo conceptual para representar de manera dinámica el funcionamiento de un sistema o proceso determinado (De Jong y Van Joolingen, 1998). Esto significa que la base o el núcleo de la simulación es una teoría y, desde esta perspectiva, también se podría decir que, en esencia, las simulaciones computacionales son modelos teóricos (Smetana y Bell, 2012). En la programación de una simulación computacional los modelos teóricos se traducen en algoritmos y códigos que responden a un sistema de ideas y condiciones (Develaki, 2017). Estos programas permiten visualizar el desarrollo de procesos simples o complejos, la evolución de un sistema, la interacción entre los elementos que lo integran o las consecuencias de tales interacciones (Occelli y García Romano, 2018).

Deseamos orientar la mirada hacia dos recursos tecnológicos vinculados a las simulaciones: los videojuegos y la construcción de videos a través de la técnica de *stopmotion*. Los videojuegos son un tipo de simulación digital; combinan características "reales" de los fenómenos naturales con elementos del ámbito de la ficción e incorporan una dimensión lúdica (Lacasa, 2011), de manera que se constituyen en herramientas de interés para su incorporación en las aulas de ciencia. Por otra parte, las TIC pueden facilitar la construcción de representaciones digitales cuando son las y los estudiantes quienes deben simular un proceso natural. A continuación presentamos el análisis de dos experiencias didácticas que integran recursos tecnológicos para temáticas de ciencia y que han tenido lugar con estudiantes de escuela secundaria. Para cada caso sintetizamos la experiencia y exponemos cómo tienen lugar razonamientos basados en modelos.

Los videojuegos y la modelización

Los videojuegos se caracterizan por presentar una estructura a partir del guión de una historia en el cual interactúan cuatro cuestiones: las decisiones de quienes diseñan el juego; las formas en que esas decisiones se desplieguen según las acciones que desarrolla la persona que juega; las acciones que el/la jugador/a lleva a cabo como personaje principal de la historia y su propia proyección imaginativa sobre las y los personajes; la trama y el mundo de la historia (Gee, 2004). Por lo tanto, en el desarrollo del juego se pone en interacción un modelo teórico que orientó el diseño del videojuego con las decisiones de la o el jugador, según su comprensión de dicho modelo y sus habilidades para movilizarse en el contexto virtual ofrecido.

Se podría decir que en todo videojuego la persona que juega tiene que probar el mundo virtual, y a partir de la reflexión que sea capaz de hacer mientras experimenta ese mundo, se forma una "hipótesis" sobre lo que puede significar o sobre su funcionamiento (Occelli y Malin Vilar, 2018). En otros términos significa que quien juega, al experimentar este mundo virtual, tiene la oportunidad de vincularse con las premisas simplificadas del modelo teórico que lo sostiene y construye una idea probable de cómo funciona. Teniendo en cuenta esta hipótesis, quien juega vuelve a probar dicho mundo para ver qué efecto produce, y trata ese efecto como retroalimentación del mundo que tiene ante sí y acepta o repiensa su hipótesis original. Es decir que el videojuego presenta oportunidades para testear las ideas que se generan acerca del modelo teórico, y promueve un tipo de razonamiento hipotético desde el cual se construyen predicciones que el propio videojuego le permite contrastar y evaluar críticamente. Por lo tanto, los videojuegos se constituyen en herramientas que exponen de modo lúdico la interacción con un modelo teórico y que exige poner en juego un pensamiento híbrido lógico-narrativo en los términos definidos por Adúriz-Bravo (2015). A continuación ejemplificamos cómo un videojuego puede ser una herramienta que permite este tipo de razonamiento; y para ello, tomamos como ejemplo un diseño didáctico que realizamos para la enseñanza de la temática "metabolismo celular", que integra al videojuego Kokori (Occelli *et al*., 2015). En la literatura específica, y en particular desde nuestro grupo de investigación, se presentan otros diseños didácticos que integran videojuegos para el abordaje de temáticas de ciencias naturales que también permitirían un análisis similar al que presentamos aquí y que por otro lado podrían inspirar el diseño de otras secuencias didácticas para materias de esta área (Occelli *et al*., 2018). A continuación sintetizamos la propuesta seleccionada y explicitamos cómo estas actividades fomentan un pensamiento con modelos.

Las experiencias de aprendizaje

1. El videojuego Kokori y el metabolismo celular

El videojuego Kokori[6] es una herramienta digital educativa de gráfica 3D que se desenvuelve en tiempo real y cuenta con dos escenarios. El primero es un "navegador de célula", el cual permite a través de una estructura dinámica en 3D visitar a una célula eucariota animal y sus organelas. El segundo escenario es un videojuego con una historia de ficción ambientada en un laboratorio de nanotecnología en la isla de Pascua (Chile) y cuyo personaje principal es el investigador Mirco Farías, quien invita al jugador o jugadora a ser un "nano operador" con siete "misiones" a cumplir. Por lo tanto, el "navegador de célula" es una simulación didáctica basada en una simplificación de los modelos teóricos, que permite explicar el funcionamiento celular; y el segundo escenario plantea situaciones problema a modo de misiones, que coloca a quien juega ante la necesidad de tomar decisiones. Así, a través de resolver estas situaciones problemáticas, se aprende a utilizar un modelo teórico de modo situado (Gilbert, 2004).

En esta experiencia, propusimos a un grupo de estudiantes un trabajo con las principales ideas que explican el metabolismo celular, mediado con el videojuego Kokori (Occelli *et al*., 2015). La propuesta se inicia a partir de una situación problemática de la vida cotidiana que exige, para su explicación, conocer cuestiones del modelo teórico del metabolismo celular; para ello les invitamos a jugar las misiones 2, 4 y 6 (Figura 1). La situación problemática propone pensar en el efecto del veneno de una araña y en las reacciones metabólicas que tienen lugar en las células como respuesta a ello.

Figura 1. Estudiantes jugando las misiones del videojuego.

6 Creado en 2009 por un grupo de investigadores del Centro Tekit de la Universidad SantoTomás, Chile.

Las situaciones presentadas en cada misión constituyen una oportunidad para poner a prueba el modelo teórico que sustenta la simulación, tal como se detalla en la Tabla 1. El videojuego proporciona una retroalimentación en función de las decisiones que se tomen, por lo que es posible evaluar diferentes hipótesis y observar la respuesta desde el modelo teórico simulado. Así, por ejemplo, en la misión 2 –que plantea la falta de energía en la célula– el modelo teórico indica que se requiere glucosa, para que a través de la respiración celular la célula obtenga energía que es almacenada en ATP. En función de esta explicación teórica se da lugar a un razonamiento del tipo "híbrido lógico/narrativo", en el cual es posible plantear que: "Si la falta de energía es debida a la ausencia de sustancias que son necesarias para la respiración, y considerando que estas células tienen una fisiología aeróbica, entonces debería pasar que si llega glucosa a las mitocondrias, éstas –a través de un proceso de respiración aeróbico– generarán energía; mientras que si no llegan estas moléculas, la respiración no tendrá lugar y la célula morirá".

Tabla 1. "Para cada misión se indican las actividades propuestas, la evidencias que proporciona el juego y los conceptos del modelo teórico implicado"

Misión del juego	**Preguntas de reflexión propuestas para completar luego de cada misión**	**Hechos o evidencia empírica simulada en el videojuego**	**Idea del modelo teórico**
Misión 2: "Falta energía en la célula, mitocondrias en problemas". El/la jugador/a debe utilizar nano robots para transportar glucosa hasta las mitocondrias.	¿Dónde está la glucosa al comenzar la misión? (Observa el visor de comando). ¿Qué proceso ocurre en las mitocondrias y qué se obtiene como resultado? ¿Qué otra molécula (que no está en el juego) es imprescindible para la actividad de las mitocondrias?	Si le falta glucosa a la mitocondria, falta energía en la célula. Sin energía la célula no puede mantener su funcionamiento.	Se identifica la función de las mitocondrias en la respiración celular aeróbica y el rol del ATP (Adenosin Tri Fosfato). Se reconoce que para cualquier actividad metabólica se requiere energía, y que ésta se obtiene a través de la respiración celular.

Misión 4: "Organelas dañadas". El/la jugador/a debe utilizar nano robots para transportar macromoléculas hacia las porciones del retículo endoplasmático rugoso que se encuentran dañadas.	¿Qué macromoléculas son necesarias para la reconstrucción de estructuras celulares? ¿Qué organelas participan en este proceso de reconstrucción? ¿Requiere energía la célula para este proceso? ¿Cómo la obtiene?	Si una organela está dañada no puede cumplir su función. Se requieren macromoléculas para recuperar estructuras celulares.	Se identifica la función del retículo endoplasmático rugoso y de las macromoléculas necesarias para las estructuras celulares.
Misión 6: "Alcohol en la célula". El/la jugador/a debe utilizar nano robots para transportar macromoléculas hacia las porciones del retículo endoplasmático liso que se encuentran dañadas por un agente externo.	El efecto del veneno de la araña puede compararse a alguna sustancia simulada en el juego, ¿por qué? En función de lo trabajado y retomando el problema inicial de la picadura de una araña, cómo explicarías qué sucede a nivel celular, qué procesos ocurrirán en las células para reconstituirse y qué sustancias resultarían necesarias para ello.	Un agente nocivo provoca lisis de estructuras celulares.	Función del retículo endoplasmático liso ante el ingreso de una sustancia tóxica. Como síntesis se puede explicar de manera integral los procesos de necrosis celular y las reacciones de reparación.

De acuerdo a lo expuesto, el videojuego se constituye en una herramienta que permite interpretar situaciones desde un modelo teórico y poner en juego un razonamiento que implica generar hipótesis, ponerlas a prueba y evaluarlas en el marco del modelo teórico; es decir que el videojuego abre oportunidades para desarrollar un pensamiento basado en modelos.

2. Modelización con animación digital y la división celular

El conocimiento científico se construye a través de representaciones, y su elaboración responde a diversas relaciones entre los signos y sus referentes conceptuales. Dicha relación puede ser de correspondencia directa o responder a reglas arbitrarias que se establecen para lograr la representación. De modo

que la RE (representación externa) es el resultado de un conjunto de reglas de composición que permiten la transformación y representación de los conceptos (Pérez Echeverría y Scheuer, 2009). En la elaboración de una RE se promueven procesos pragmáticos y epistémicos, y cuando su construcción está mediada a través de las TIC se abre un abanico de nuevas oportunidades, ya que es posible incorporar la dimensión dinámica de los fenómenos naturales. Es por ello que existe una gran cantidad de simulaciones que representan procesos naturales; sin embargo, si cada estudiante debe crear una nueva, se provoca un compromiso cognitivo mucho mayor, ya que su construcción requiere comprender en profundidad el proceso que se desea representar.

Una manera de crear simulaciones es a través de *stopmotion*, la cual es una técnica de rodaje que consiste en el registro fotográfico estático y secuencial de imágenes –dibujos, figuras, siluetas u otros objetos–, para simular su movimiento por medio de la proyección consecutiva de los registros fotográficos, utilizando algún software. Una película creada con la técnica de *stopmotion* proyecta entre 24 y 32 fotos por segundo. Por lo tanto, para generar un video de 30 segundos, se requiere contar con más de 750 fotogramas, lo cual resulta un factor limitante para su implementación en espacios escolares. Es por ello que propusimos una simplificación a través de *slowmation* (como abreviatura de *slow* y *animation*) (Occelli *et al*., 2017). Esta técnica requiere una menor cantidad de fotografías por segundo, simplificación que permite utilizar los recursos tecnológicos que puedan estar disponibles en un aula, como por ejemplo teléfonos móviles, *notebook* o *tablets* (Hoban, 2005). En la construcción de una animación, es necesario pensar en un guión o secuencia de movimientos que se desea representar; y, por lo tanto, es durante el diseño que se generan espacios para pensar, cuestionar, construir y reconstruir los procesos que se desea animar (Hoban y Nielsen, 2014). Considerando estas características de la creación de animaciones, a continuación presentamos cómo un diseño didáctico generado para el abordaje de la división celular, a través de su representación con *slowmation*, fomenta el pensamiento con modelos teóricos. Esta propuesta podría enmarcarse dentro de aquellas secuencias didácticas que buscan fomentar el aprendizaje de la reconstrucción de los modelos (Gilbert, 2004).

El modelo teórico de la mitosis o división celular indica que a partir de una célula se obtiene como resultado dos células idénticas. Sin embargo, quizás por el nombre que este proceso toma, “división” celular, o por la utilización de imágenes iniciales en las cuales se muestra a los cromosomas con el material genético ya duplicado, el estudiantado suele asociar erróneamente a la división celular con

una disminución en el número de cromosomas (Riemeier y Gropengießer, 2008). En la construcción de un video que simule una división celular se expone a las y los estudiantes ante el desafío de representar todo el proceso, expresando de este modo, en detalle, cómo entienden el modelo teórico en cada uno de sus estadios o fases (Occelli *et al*., 2017).

En la experiencia que aquí estamos compartiendo, se propuso a estudiantes de tres escuelas secundarias (14-17 años de edad) que representaran el proceso de división celular o mitosis que tiene lugar en una célula de una mosca (2n =4), a través de un circuito de trabajo basado en una modificación de la estrategia "5Rs" aportada por Hoban y Nielsen (2010), en referencia a cinco instancias o fases de representación multimodales: R1) Observación de un video del proceso de mitosis; R2) Escritura del guión de la película por crear; R3) Construcción de los elementos a ser representados (cromosomas, las fibras de huso, los límites de las membranas celulares, etc.), simulación del proceso y toma fotográfica de cada estadio intermediario; R4) Construcción de la película utilizando un *software* para su edición (Monkey Jam – *Software* libre) y R5) Observación de todos los videos construidos por el grupo de clase. Para su evaluación utilizamos un cuestionario anónimo, en la cual se indagó sobre los aprendizajes promovidos y su opinión acerca de la experiencia. Asimismo, se grabó los diálogos que tuvieron lugar en los grupos de estudiantes durante todo el proceso de animación y se tomó registros fotográficos.

En función de los resultados que obtuvimos en la evaluación de la experiencia, se puede afirmar que la actividad de crear representaciones externas digitales fomentó un trabajo en detalle con el modelo teórico implicado. Por un lado, planteó la actividad de modo situado exigiendo que se represente el proceso desde una célula madre que tiene que duplicar su material genético y luego requiere un proceso de separación de cromosomas hasta producir dos células idénticas. Así, se trabajó específicamente con un aspecto del modelo que ha sido identificado como problemático para su aprendizaje desde la didáctica de las ciencias naturales. Por otra parte, mientras los grupos de estudiantes construían sus animaciones, también fue posible que el profesor identificara –en función de lo que iban representando– ésta u otras problemáticas de comprensión del modelo e interviniera a través de preguntas para orientar la autoevaluación de sus creaciones y la reubicación de las mismas hacia el modelo teórico.

Para ejemplificarlo, relatamos la situación de un grupo de tres estudiantes, quienes para construir su representación eligieron un color diferente para cada

cromosoma (verde, naranja, amarillo y negro). En determinado momento, la profesora se acerca al grupo y observa que los estudiantes están representando solo los cromosomas verde y naranja (Figura 2). A partir de ello se genera un diálogo entre la profesora y los estudiantes quienes advierten que han cometido un error; revisan junto a la docente las fotografías tomadas e identifican el momento en que salieron de la escena los cromosomas representados en amarillo y negro; discuten acerca del significado de una y otra representación y deciden cómo volver a modelar la situación para lograr obtener dos células idénticas a la que inició el proceso de mitosis. De este modo, la construcción de la representación se convierte en una oportunidad para conocer y aprender, en este caso sobre el modelo conceptual de la mitosis celular (Pérez Echeverría y Scheuer, 2009).

Figura 2. Representación creada por estudiante a partir de una célula (2n=4)

Proyecciones y conclusiones

En este capítulo hemos expresado los fundamentos teóricos a partir de los cuales las TIC se presentan como herramientas potentes para fomentar el trabajo de la modelización, el razonamiento y la representación de conceptos científicos en las aulas. A través de los diferentes aportes teóricos discutidos, profundizamos acerca del valor de estas prácticas científicas en la enseñanza de las ciencias y de cómo las TIC abren nuevos caminos para abordar una educación científica que fomente el razonamiento basado en modelos y de este modo provea herramientas para el análisis y la toma de decisiones fundamentadas, es decir que empodere a la ciudadanía.

A su vez, el análisis que presentamos acerca de ambas experiencias constituyen pruebas empíricas de cómo estos diseños que incorporan tecnologías fomentan un pensamiento basado en modelos; por lo tanto, reafirman los aspectos teóricos que hemos reseñado y los enriquecen desde una reflexión basada en la práctica. Por último, consideramos que las experiencias en sí mismas resultan ejemplos de diseños didácticos que pueden ser invitaciones a pensar otros recorridos posibles para la formación docente o para el desarrollo de prácticas escolares.

Referencias bibliográficas

Adúriz-Bravo, A.; Gómez, A.; Márquez, C. & Sanmartí, N. (2005) La mediación analógica en la ciencia escolar: la propuesta de «función modelo teórico». *Enseñanza de las Ciencias* número extra, 1-5.

Adúriz-Bravo, A. (2015). Pensamiento "basado en modelos" en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista del Instituto de Investigaciones en Educación. Facultad de Humanidades – UNNE*, 6 (6), 20-31.

Adúriz-Bravo, A. (2017). Pensar la enseñanza de la física en términos de "competencias". *Revista de Enseñanza de la Física*, 29 (2), 21-31.

Adúriz-Bravo, A. & Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias* 4 (Número Especial 1), 40-49.

Adúriz-Bravo, A. & Ariza, Y. (2014). Una caracterización semanticista de los modelos científicos para la ciencia escolar. *Bio-grafía*, 7(13), 25-34.

Aragón, L.; Jiménez-Tenorio, N.; Oliva-Martínez, J. M. & Aragón-Méndez, M. M. (2018). La modelización en la enseñanza de las ciencias: criterios de demarcación y estudio de caso. *Revista Científica*, 32(2).

Couso, D. (2014). De la moda de "aprender indagando" a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. XXVI *Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Huelva (Andalucía)*. Recuperado de:

http://uhu.es/26edce/actas/docs/conferencias/pdf/26ENCUENTRO_DCE-ConferenciaPlenariaInaugural.pdf

De Jong, T. & Van Joolingen, W. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68, 179-201.

Develaki, M. (2017). Using Computer Simulations for Promoting Model-based Reasoning. Epistemological and Educational Dimensions. Science & Education 26 (7–9), 1001–1027.

Echeverría, J. (1995). *Filosofía de la ciencia.* Madrid: Akal.

Evagorou, M.; Erduran, S. & Mäntylä, T. (2015). The role of visual representations in scientific practices: from conceptual understanding and knowledge generation to 'seeing' how science works. *International Journal of STEM Education*, 2 (11).

Gee, J. P. (2004). *Lo que nos enseñan los videojuegos sobre el aprendizaje y el alfabetismo.* Granada: Aljibe.

Giere, R. N. (2001). A new framework for teaching scientific reasoning. *Argumentation*, 15, 21–33.

Giere, R. N. (2005). Scientific Realism: Old and new problems. *Erkenntnis*, 1-18.

Gilbert, J. K. (2004). Models and modelling: Routes to a more authentic science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 115–130.

Gilbert, J. K. & Justi, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education, Models and Modeling in Science Education* 9. Springer International Publishing Switzerland.

Hoban G. (2005) From claymation to slowmation: A teaching procedure to develop students' science understandings. *Teaching Science* 51(2), 26-30.

Hoban G. & Nielsen W. (2010) The 5 Rs: A new teaching approach to encourage slowmations (student generated animations) of science concepts. *Teaching Science*, 56 (3), 33-38.

Hoban G. & Nielsen W. (2014) Creating a narrated stop-motion animation to explain science: The affordances of "Slowmation" for generating discussion. *Teaching and Teacher Education* 42, 68-78.

Kind, P. & Osborne, J. (2017). Styles of scientific reasoning: a cultural rationale for science education? *Science Education*, 101(1), 8–31.

Lacasa, P. (2011). *Los videojuegos. Aprender en mundos reales y virtuales*. Ed. Morata. Madrid.

Latour, B. (1986). Visualization and Cognition: Thinking with Eyes. *Knowledge and Society - Studies in the Sociology of Culture Past and Present*, 6, 1-40.

Lombardi, O. (2010). Capítulo 4: Los modelos como mediadores entre teoría y realidad. En: Galagovsky, L. *Didáctica de las Ciencias Naturales. El caso de los modelos científicos*. Buenos Aires: Lugar Editorial. S.A.

Occelli, M.; Valeiras, N. & Willging, P. (2015). ¡Los nanobots invaden la clase de biología! *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 18, pp. 59-66.

Occelli, M.; García Romano, L.; Valeiras, N. & Quintanilla, M. (Comp.). (2018). *Las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas mediadoras de los procesos educativos.* Volumen I: Fundamentos y Reflexiones. Volumen II: Recursos y Experiencias. Santiago de Chile: Editorial Bellaterra Ltda.

Occelli, M. & García Romano, L. (2018). Las simulaciones en la enseñanza de la Biología. *Docentes conectados*, 1 (1), 3-16.

Occelli, M. & Malin Vilar, T. (2018). Capítulo 13: "Los videojuegos: ¿Un problema de distracción o una oportunidad para aprender?" (pág. 190-208). En Occelli, M.;

García Romano, L.; Valeiras, N. & Quintanilla, M. (Comp.). *Las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas mediadoras de los procesos educativos. Volumen I: Fundamentos y Reflexiones*. Santiago de Chile: Editorial Bellaterra Ltda.

Occelli, M.; García Romano, L.; Valeiras, N. & Willging, P. A. (2017). Animar la división celular (mitosis): una propuesta didáctica con la técnica de slowmation. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14 (2), 398-409.

Pérez Echeverría, M. P. & Scheuer, N. (2009). External representations as learning tolos. En Andersen, C.; Scheuer, N.; Pérez Echeverría, M. P. & Teubal, E. (Eds.), *Representational systems and practices as learning tools in different fields of* knowledge (pp.1-18). Rotterdam: Sense.

Pérez-Echeverría, M. P.; Martí, E. & Pozo, J. I. (2010). Los sistemas externos de representación como herramientas de la mente. *Cultura y Educación*, 22 (2), 133-147.

Riemeier T. & Gropengießer H. (2008). On the Roots of Difficulties in Learning about Cell Division: Process-based analysis of students' conceptual development in teaching experiments. *International Journal of Science Education* 30 (7), 923-939.

Smetana, L. K. & Bell, R .L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370.

Tytler, R.; Prain, V.; Hubber, P. & Waldrip, B. (Eds.). (2013). *Constructing Representations to Learn in Science*. Rotterdam: Sense Publishers.

Villarreal, M. & Borba, M. (2010). Collectives of humans-with-media in mathematics education: notebooks, blackboards, calculators, computers and … notebooks throughout 100 years of ICMI. ZDM. *The International Journal on Mathematics Education*, 42(1-2), 49-62.

CAPÍTULO 6

LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN Y LAS DIFERENCIAS DE GÉNERO

APORTES PARA REPENSAR LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Núria Solsona P.*

Contenido

- Resumen
- Introducción
- La necesidad de integrar el modelo de ciencia escolar y el de género
- La coeducación en las primeras edades
- La educación secundaria
- Las relaciones coeducativas
  El uso de los materiales
  Los saberes femeninos y los saberes del cuidado
- Aportes para repensar la enseñanza de las ciencias
- Referencias bibliográficas

(*) Profesora visitante del proyecto AKA EDU-03, 2018.

Resumen

En un contexto de superación de la enseñanza dogmática de las ciencias, el personal docente e investigador debe conocer la realidad de las diferencias de género en el uso de las tecnologías de la información y comunicación. Para ello, es necesario realizar una reflexión teórica que incluya el modelo de tecnociencia, el binomio sexo-género y el análisis de las distintas interacciones que se producen en el aula, entre el profesorado y el alumnado, y entre las niñas y los niños, en el marco de la actividad científica escolar.

El profesorado de ciencias, como la mayoría de los docentes de otras áreas, desconoce las diferencias de género existentes entre el alumnado, ya sea en los aprendizajes previos que se realizan a partir de los tres años, en las experiencias en el uso de juguetes electrónicos, en las estructuras de acogida y la diferente relevancia de los contextos de aprendizaje para niñas y niños, sean éstos infantes o adolescentes.

La investigación vertebrada en torno a la categoría género es importante y relevante, dado que la literatura científica actual, disponible en español, recoge pocos ejemplos sobre las diferencias que se dan, en torno a ese aspecto, en el uso de las tecnologías de la información y comunicación.

Las implicaciones para la práctica docente son universales, dado que la primera diferencia humana a la que debe dar respuesta cualquier docente es la diversidad de género. Al nacer se nos categoriza según una clasificación binaria: “es una niña” o “es un niño”. Además es importante detectar y evitar usos sexistas en el tratamiento de las tecnologías de la información y comunicación.

Asimismo, el capítulo planteará retos para repensar la enseñanza de las ciencias a partir del análisis de las diferencias de género en la actividad científica escolar. En el uso desagregado de los datos, la discriminación positiva y la incorporación de los saberes de las mujeres.

Palabras clave: género, TIC, aprendizaje, diferencias de género

Introducción

A nivel internacional, en las dos últimas décadas ha aumentado el interés por las diferencias educativas entre hombres y mujeres, su éxito escolar y la continuidad de estudios preferenciales. En distintos países, la investigación sobre estos temas surgió a raíz de la falta de interés y éxito escolar de chicas y chicos en diferentes áreas del conocimiento, especialmente matemáticas y ciencias experimentales. La ausencia de vocaciones científicas es un hecho en la mayoría de países desarrollados y se sitúa a niveles alarmantes en los países europeos. En diferentes oportunidades, hemos analizado las diferencias de género en las clases de Ciencias Experimentales (Fernández *et al*., 1995) y hemos reflexionado sobre el género y la enseñanza de las ciencias (Solsona *et al*., 2005; Solsona, 2015).

Asimismo, el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), en entornos educativos formales y no formales, ha acaparado el interés de la comunidad científica y educativa a lo largo de las últimas décadas (Drent y Meelisen, 2008; Sigalés, Mominó y Meneses, 2009; Rogers, 1995; Sáinz, 2007; Sáinz y González, 2012, Sáinz, 2013; Sáinz y Martínez, 2017). Los estudios sobre el impacto de las TIC en las aulas de primaria y secundaria, a veces adoptan visiones sesgadas en términos de sexo y edad. Por ejemplo, el uso de estos recursos en el ámbito educativo está asociado a un conjunto de creencias y expectativas no confirmadas respecto a quién, cómo y cuándo deben utilizarse para así favorecer la enseñanza y el aprendizaje (Sáinz, 2013).

La escasa representación de las mujeres con buenos resultados académicos en las profesiones vinculadas con la tecnología se explica por la discriminación de la que son objeto en este ámbito, por los estereotipos y la socialización de género, el bajo autoconcepto de habilidad de las mujeres respecto a estas áreas y el escaso valor e interés que las carreras tecnológicas tienen para las ellas (Sáinz, 2007).

Una mirada crítica a la educación comienza por visibilizar aquello que es invisible. Un aspecto esencial para educar a chicos y chicas sin diferencias de género es analizar qué aspectos incluye y cuáles excluye la educación tecno-científica en su definición actual, en relación con las masculinidades y feminidades. Además, es importante identificar las prácticas educativas que pueden ser discriminatorias y cuáles potencian la reflexión, estimulan la autonomía y respetan las diversidad sexual, con el objetivo de constatar sobre qué valores estamos educando.

Se considera que la juventud es muy competente en el uso y manejo de las TIC, porque se trata de una generación en la que la tecnología está presente en todos los aspectos de su vida. Se cree que las chicas son menos habilidosas que sus compañeros en el uso de las mismas; se cree que el profesorado no es tan competente usando recursos TIC en el aula como cabría esperar. Por extensión, se cree que las profesoras poseen menos conocimientos que sus colegas hombres (Sáinz y González, 2012).

Existe la visión idealizada del "científico" considerado como un hombre de raza blanca con una inteligencia; y otras perspectivas, no siempre confirmadas, conciben a los profesionales de la informática como hombres inteligentes, aislados socialmente y con un interés excesivo en el ordenador. Esta imagen resulta desalentadora y poco atractiva para las chicas y para muchos chicos.

Los comportamientos de hombres y mujeres en relación con las TIC son diferentes. Ellas participan en gran medida en las redes sociales y en menor medida de los videojuegos. Las mujeres jóvenes buscan más contenidos culturales y sus compañeros prefieren los juegos, deportes e informática (Observatorio de la Igualdad, 2010). El uso de las TIC en el proceso de aprendizaje presenta retos y oportunidades para estudiantes, profesorado y el resto de la comunidad educativa; además, las habilidades digitales son un requisito para el acceso a muchos puestos de trabajo.

El presente artículo empieza en primer lugar por insertar el modelo de género en la ciencia escolar, desvelando la presencia del androcentrismo en los ámbitos de la educación tecno-científica.

La necesidad de integrar el modelo de ciencia escolar y el de género

Como profesorado de ciencias hemos recibido formación sobre los conceptos y la estructura lógica de la disciplina y se nos ha planteado la ciencia como un cuerpo de conocimientos definido únicamente por la prueba lógica y la verificación experimental (Keller, 1985). No hemos recibido formación sobre los aspectos sociales, históricos e ideológicos que condicionan la actividad tecno-científica. Diversos estudios han puesto de manifiesto que una parte importante del profesorado de ciencias experimentales, de todos los niveles educativos, se adscribe a una concepción de la ciencia que la considera una actividad lógica, neutral, objetiva, poseedora de verdades absolutas descubiertas por hombres

geniales y desinteresados, con un estatuto de cuasi-infalibilidad; rasgos asociados a la conducta del varón blanco de clase media-alta. La ciencia se presenta así como una marcha triunfal de la verdad contra el error, de lo objetivo contra lo subjetivo, de lo fuerte contra lo débil… y, como consecuencia, del triunfo de lo considerado masculino frente a aquello asociado a lo femenino, que tiene consecuencias didácticas y, desde luego, dificulta el acceso de las mujeres al campo de la investigación científica.

En esta misma línea, la aceptación –por parte de sectores amplios de la población y de las comunidades científicas– de los mitos que acompañan a la actividad científica, anteriormente expuestos, sin cuestionarse sesgos de la misma, como su masculinidad implícita, no tienen consecuencias únicamente teóricas sino de actitudes y comportamientos sociales, pues puede llevar a una visión dogmática de la ciencia y a creer que sus respuestas a los problemas de la humanidad son unívocas, favoreciendo la intolerancia ante opiniones diferentes. Además, el sesgo masculino de la actividad científica no afecta sólo a las mujeres sino también a los hombres y a la propia ciencia (Keller, 1991).

En cualquier intervención didáctica existe un conjunto de concepciones implícitas que forman parte del *curriculum oculto*, entre las que se encuentra el modelo de ciencia del profesorado y el que se presenta en los libros de texto. Un modelo de ciencia que desmitifique su supuesta neutralidad y objetividad, que contemple a ésta como una construcción personal y social resaltando la responsabilidad de las comunidades científicas ante los problemas de la humanidad, puede ser más favorable a un enfoque coeducativo. El azar y la probabilidad juegan también un papel importante en la construcción de la explicación de los fenómenos científicos.

Las corrientes críticas de la filosofía de la ciencia la analizan como una construcción social, sin la pretensión de «verdad absoluta» que la caracterizaba a finales del siglo XIX. Keller (1985) señala que la crítica de la concepción tradicional de la ciencia no tiene en cuenta que esta disciplina ha sido producida por un subconjunto particular de la raza humana, es decir, una mayoría de hombres blancos de clase media y que ha evolucionado bajo la influencia formativa de un ideal particular de masculinidad.

Hay consenso en que la ciencia no es neutral respecto de los valores, y que los intereses culturales y políticos impregnan la epistemología, la metodología y las conclusiones de la teoría y la práctica científica. Se trabaja, entonces, con una

idea de educación científica no reduccionista, contextualizada en el entorno y que incluya la reflexión sobre las relaciones entre la tecno-ciencia y sus repercusiones sociales y cotidianas, implicada en la ética del cuidado.

Los conceptos que organizan el conocimiento no corresponden a formas de pensamiento universales, sino que se correlacionan con constructos con sesgos de género que son histórica y geográficamente específicos. La masculinidad de la ciencia se apoya en la creencia popular que sitúa la objetividad, la razón y la mente como características masculinas, y la subjetividad, el sentimiento y la naturaleza como características femeninas. Esta visión dicotómica de ambas categorías es el síntoma de una ruptura de valores que coincidió con el nacimiento de la ciencia moderna a finales del siglo XVII, en el que se dio una polarización de las divisiones existentes en la sociedad.

La posición de cada elemento en la pareja de valores está jerarquizada: objetividad/ subjetividad, razón /sentimiento, mente/naturaleza, ciencia/ creencia, masculino/femenino. El primer bloque de elementos representa los componentes del discurso racional, del conocimiento tecno-científico y del mundo atribuido a los hombres, y el segundo bloque corresponde al mundo de los sentimientos –y de los valores–, que se ha atribuido socialmente a las mujeres. Además, la forma de pensamiento androcéntrica y dicotómica convierte la diferencia en dicotomía. Entendemos por androcentrismo aquel razonamiento que considera a “el hombre” como centro de referencia o núcleo duro de las actividades y prácticas científicas. Y que, en consecuencia, menosprecia las actividades y prácticas científicas desarrolladas por las mujeres a lo largo de la historia, la autoridad científica femenina y la genealogía femenina.

Para realizar el análisis de las diferencias de género en la tecno-ciencia no podemos limitarnos a sus aspectos periféricos, a sus usos o a sus aplicaciones; hay que abordar el núcleo central de la ciencia, la forma en que la ésta ha sido construida. Keller (1985) indica que la masculinidad afecta a las decisiones sobre el tipo de problemas objeto de estudio, qué resultados son fiables y aprovechables, qué datos son significativos y qué explicaciones son satisfactorias.

El profesorado de ciencias no es ajeno a la importancia del género en el proceso de aprendizaje. En nuestra actuación docente, si no hay una reflexión previa repetimos el modelo de ciencia androcéntrico que hemos recibido. Si se prioriza el aprendizaje de las teorías científicas, el género no es importante. El imaginario colectivo creado en torno a la didáctica de las ciencias da por supuesto que

el género ya está incluido, de manera implícita, en la intervención docente y las propuestas didácticas. A menudo se habla de que un trato supuestamente igualitario entre niñas y niños es suficiente para no crear desigualdades en el proceso de aprendizaje. Pero la realidad es más compleja; como veremos más adelante, los aprendizajes previos, las experiencias previas, es decir las estructuras de acogida de niños y niños a partir de los tres años ya son diferentes y condicionan de manera desigual el aprendizaje tecno-científico.

Para poder avanzar en la reflexión, es importante aclarar el marco teórico de referencia. A partir de la década de 1950 se hace una distinción entre sexo y género. El primero marca la diferencia biológica entre cuerpos masculinos y femeninos. Con el término "sexo" nos referimos al conjunto de rasgos biológicos presentes en nuestros cuerpos, como los órganos genitales internos y externos, la carga hormonal o los cromosomas. Las personas nacemos con un sexo biológico, pero no nacemos conscientes de ser hombres o mujeres. La apariencia genital externa es el primer criterio para la atribución del género.

Con el término "género" se establece sobre las personas una clasificación de origen cultural, que no se basa en la genética ni en la biología, pero que nos otorga una identidad concreta, una manera de ser, de expresarnos, de actuar y de sentir, que reproduce las desigualdades por razón de sexo y discrimina a las personas que se atreven a salir de la clasificación establecida. Durante siglos, las diferencias biológicas entre los sexos han sido la base sobre la que se han legitimado y naturalizado las desigualdades entre mujeres y hombres. La emergencia del concepto de género ha ayudado a comprender que muchas de las capacidades y expectativas atribuidas a las personas según el sexo no se explican por la biología, sino que han sido construidas socialmente mediante la cultura. A diferencia de lo que ocurría en el pasado, la sociedad cree en la necesidad de la igualdad y la no discriminación: todas las personas deben tener los mismos derechos y las mismas oportunidades y por lo tanto nadie puede ser discriminado por razón de sexo.

El género es fundamentalmente una construcción social entre hombres y mujeres en general, no es una relación particular que se establece entre un hombre y una mujer. El género se asocia y establece para cada sexo, se basa en las relaciones construidas entre los sexos y constituye una auto-representación dinámica que reconstruimos regularmente. El *modelo de género* considera las diferencias que impregnan las relaciones de género, en un momento histórico concreto, y las de los seres humanos con la realidad; por lo tanto, afecta la

relación de cada persona con el conocimiento y el aprendizaje (Harding, 1991). En la segunda mitad del siglo XX se ha ido configurando el binomio sexo/género que no lo explica todo, pero que ha permitido analizar la manera como la sociedad construye a las mujeres. El binomio sexo/género es la base para poder analizar las aportaciones de la naturaleza, y especialmente de la cultura, en la construcción de la personalidad femenina (Subirats, 2013).

Los modelos de género sirven para moldeara las personas de uno u otro sexo, según las creencias y necesidades de cada momento. Los géneros son variables a lo largo del tiempo, ya que encontramos en la historia diferentes modelos de hombre y diferentes modelos de mujer. Las mujeres actuales estamos construidas con unos patrones de género diferentes de los de las generaciones anteriores. Antes, por ejemplo, tenían grandes dificultades para acceder a estudios superiores.

Los modelos de género femenino y masculino de cada sociedad están íntimamente relacionados y afectan en la misma medida a mujeres y a hombres. Sirven para ajustar las personalidades humanas a los patrones culturales establecidos por la sociedad. La jerarquía con la están concebidos los géneros hace que no tenga sentido estudiarlos por separado, dado que son como las dos caras de una misma moneda. Las capacidades que no se corresponden con el estereotipo tienden a ser reprimidas o negadas y –si es posible– eliminadas, ya que amenazarían a la persona conduciéndola a comportamientos que se consideran inapropiados.

Las generaciones anteriores se identificaron con una feminidad, que se articulaba en torno a la prohibición de lo que era permitido a los hombres. En consecuencia había pocas mujeres en los ámbitos científicos y tecnológicos. Hoy las niñas, pequeñas o adolescentes, se socializan en un modelo de feminidad basado en la seducción, que no incluye explícitamente las prohibiciones históricas relacionadas con el mundo masculino. Actualmente, ellas tienen mayores posibilidades de realizar estudios científicos y tecnológicos.

Cuando se afirma que la ciencia escolar se centra en “el alumno” se cae en una paradoja dado que “el alumno” no se puede identificar con la existencia de un sujeto universal que aprende. El alumnado, las niñas y los niños, es decir, las personas que aprenden, presentan diferencias en función de su origen social, familiar o socioeconómico. Pero la primera diferencia presente en las niñas y los niños –o diferencia previa a las demás–, es la que se llama diferencia de género que corresponde al sexo que se asigna en el momento de nacer o durante la gestación y que es constitutiva de su identidad personal.

La sociedad es sexista. El sexismo hace referencia a las actitudes, roles, estereotipos, valores o creencias, basadas en el dominio del género masculino sobre el femenino, que forman parte de la cultura. Está presente en todos los ámbitos de la vida, impregna nuestras acciones y está en la base de todas las relaciones humanas, de forma inconsciente. El sexismo está enraizado en la cultura de manera muy compleja, y es el sustrato en el que se desarrollan las prácticas educativas.

Los procesos de socialización familiar moldean a las niñas y los niños, a las chicas y los chicos, según unos patrones, y lo hacen de una manera muy potente. Una parte de esta socialización es relativamente explícita y la llamamos *educación,* mientras que otra parte no es explícita y está formada por aquello que las niñas y los niños ven en su entorno desde que nacen: los comportamientos de las personas adultas, las respuestas que reciben, etc. Toda esta interacción e información se llama socialización primaria y es el aprendizaje que se realiza en el seno de la familia. El género se construye en primer lugar a través de la socialización primaria en el medio familiar.

Las escuelas funcionan como contextos primarios en los que el grupo de iguales y el profesorado refuerzan las conductas y actitudes de género, estimulando en muchas ocasiones los sesgos de género en las aulas (Bandura, 1999). Los procesos de socialización familiar y escolar hacen que la mayoría de chicas y chicos presenten características diferenciales en las habilidades y experiencias previas relacionadas con el aprendizaje tecno-científico, como consecuencia de los mandatos de género asignados a las niñas y los niños.

Los estereotipos de género promovidos por el sistema patriarcal son muy importantes y dividen el mundo en hombres y mujeres, y otorgan a cada conjunto una serie de atributos que incluyen la forma de relacionarse. Los estereotipos de género son el conjunto de ideas que la sociedad construye como patrones culturales que marcan el comportamiento de hombres y mujeres, a pesar de que en algunos aspectos parezca que la realidad actual lo desmienta. Los estereotipos de género intervienen en la socialización de niñas y niños. De esta forma, las diferencias de “género” se convierten en estereotipos y se “normalizan” –es decir, se consideran “normales”–, sin tener en cuenta que afectan a los procesos de aprendizaje. Algunos de los estereotipos atribuidos al género femenino son la belleza, la ternura, la capacidad de cuidado, la intuición y la subjetividad. Algunos de los estereotipos atribuidos al género masculino son la asertividad, la objetividad, la racionalidad, la valentía y el amor al riesgo.

Hasta aquí hemos mencionado las diferencias individuales que dan relevancia al modelo de género en el aprendizaje científico, pero también es importante preguntarse sobre la presencia del androcentrismo en la ciencia escolar. Ya hemos dicho que entendemos la ciencia como una actividad humana moldeada por las condiciones económicas, sociales y culturales de la sociedad y por las condiciones personales de los miembros de la comunidad científica. La ciencia no es un esfuerzo puramente cognitivo, ni un acto impersonal: es una actividad personal y social, en una sociedad profundamente androcéntrica. De forma similar a la ciencia erudita, la ciencia escolar es androcéntrica. Por lo tanto, "el hombre", entendido como sujeto universal, es el sujeto de análisis en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Y la actividad científica escolar se articula en torno a la narrativa establecida entre alumnado y docente, que incorpora instrumentos mediadores como los estereotipos de género, de manera inconsciente, pero "naturalizada".

Durante el proceso de aprendizaje se producen conflictos emocionales y cognitivos que favorecen el avance de la formación científica de cada chica y cada chico. Dado que las emociones y actitudes de las niñas y los niños se presentan de forma diferente, tanto en cuanto a la naturaleza de las emociones como a su grado de intensidad, estas influyen de forma diferencial en el proceso de aprendizaje tecno-científico.

La coeducación en las primeras edades

A menudo se producen confusiones sobre qué entendemos por coeducación, es decir, por una educación que no profundice las diferencias de género. Se cree que la coeducación ya está presente en la escuela mixta actual, o que para alcanzarla basta con educar conjuntamente niñas y niños de diferentes edades. A lo largo del tiempo este concepto ha evolucionado designando objetivos diferentes, como ocurre con cualquier transformación social. Inicialmente era un sinónimo de escuela mixta; pero cuando se logró la escuela mixta se constató que seguía habiendo discriminación de las niñas y las chicas y el objetivo se modificó.

La escuela mixta representa una mejora respecto a la escuela segregada que supone la escolarización separada de niñas y niños y prescribía aprendizajes y destinos diferentes para las personas en función de su sexo. La escuela mixta es un paso intermedio en el proceso que hay que seguir para avanzar hacia la escuela coeducativa.

La coeducación comporta la promoción de una educación con una visión poliédrica que potencie la igualdad real y efectiva de oportunidades y la eliminación de cualquier discriminación por razón de sexo, así como la integración de forma explícita de contenidos de aprendizaje con perspectiva de género. Es un cambio cultural que elimina el androcentrismo y construye una cultura en la que desaparece la imposición de los géneros en función del sexo, al mismo tiempo que las tareas atribuidas a los dos géneros tienen el mismo valor. Hoy, si cabe, es más importante todavía hablar de coeducación porque las últimas investigaciones indican que las dimensiones afectivas son muy importantes para el aprendizaje. Es decir que hay que considerar las actitudes, valores, creencias, opiniones, emociones e intereses de niñas y niños durante la educación.

El género se transmite desde el nacimiento y limita los comportamientos naturales de niñas y niños y su interacción con las personas adultas. Nadie es consciente de la transmisión del género, pero se sabe que si es niño hay que tratarlo de una manera y si es niña de otra. Por ejemplo, la estimulación es diferencial, los juguetes, y finalmente los estudios, son distintos. A menudo se cree que las pautas de género se incorporan en la adolescencia, o pre-adolescencia, pero las investigaciones realizadas identifican claramente el trato diferencial que las personas adultas establecemos desde la más tierna infancia con las niñas y los niños en función del sexo.

La niña o el niño, al nacer, no tienen una identidad personal concreta. Pero nacemos con la necesidad de descubrir el mundo que nos rodea, con una mente abierta que necesita llenarse con sus intereses y no con los de la sociedad. Mediante la interacción con el entorno en el que viven adquieren poco a poco su identidad personal. Por ejemplo, los juguetes son algo más que objetos para entretener a las niñas y a los niños. Son instrumentos de aprendizaje que ayudan a desarrollar las capacidades de las criaturas. Así, satisfacen la necesidad de moverse, manifestar curiosidad, crear, relacionarse, expresarse, intercambiar vivencias, acciones y pensamientos. Los juegos y los juguetes son instrumentos que socializan, transmiten ideas, creencias, valores sociales, expectativas, construcciones sociales y culturales, ofrecen modelos de actuación, enseñan a situarse frente a un conflicto y proporcionan una fuente de imaginación y creación. A veces, también, a través del juego, niñas y niños se sitúan en la posición adulta, en el lugar de la madre o el padre, ensayando sus capacidades y su relación con el mundo. Mediante los juguetes aprendemos muchos aspectos de la cultura donde hemos nacido, de las formas de relación entre mujeres y hombres, de la ocupación del espacio, de lo que es importante y de lo que no lo es.

Esto influye profundamente en la construcción de la personalidad y de la identidad en las primeras etapas de vida. Hay que ser conscientes del gran papel que realizan los juegos, los juguetes y los cuentos en el desarrollo de niñas y niños. Tenemos la responsabilidad de darles la oportunidad de jugar libremente y no encasillarlos en unos roles determinados a través de los objetos que les facilitemos. Limitar el mundo de los juguetes, es decir dar a los niños sólo juguetes de niños y a las niñas sólo juguetes de niñas es hacer que pierdan la exploración de medio mundo. Además, el medio mundo que se pierden los niños está relacionado con las tareas de cuidado de las personas y la psicomotricidad fina y será muy difícil que lo recuperen cuando sean mayores. Y el medio mundo que se pierden las niñas está relacionado con el movimiento, la tecnología y la psicomotricidad gruesa y tendrán dificultades para ponerse al nivel de los chicos cuando sean mayores.

En cuanto a la gestión del movimiento en el espacio también se observan diferencias. Desde pequeños los niños perciben una permisividad mayor, en los medios de comunicación, el ámbito familiar y escolar o el grupo de iguales, donde los modelos masculinos se mueven y ocupan más espacio que los femeninos. En muchos casos, se refuerza la conducta de los niños fomentando la práctica de deportes y juegos, donde el fútbol ocupa un lugar preeminente. Y en las niñas, se refuerzan las actitudes más pasivas, de menor movimiento, fomentando la práctica del juego simbólico con cocinitas y muñecas.

Los últimos estudios indican que los hábitos de género se adquieren hacia los tres años. Y también la jerarquía entre los géneros, es decir que los hombres son más importantes que las mujeres. A partir de los cuatro y cinco años los roles discriminatorios están ya interiorizados en niños y niñas y se refleja en la elección que ellas y ellos hacen del tipo de juegos, juguetes, cuentos y ropa para vestir.

En un período histórico en que creíamos que estábamos avanzando en ciertos niveles de igualdad, es especialmente grave cuando observamos actitudes en los niños de forma específica, que son claramente de rechazo de la feminidad. Es cierto que la publicidad y los catálogos de juguetes se obstinan a predeterminar, desde pequeños, que las niñas tienen que jugar sólo con muñecas, a cuidarlas, a peinarlas y maquillarlas, y que los niños tienen que aprender a ser superhéroes, a luchar, y tiene que gustarles la velocidad. El poder de la publicidad y los estereotipos de la sociedad es tan grande que requiere que estemos constantemente explicando que no hay colores, juguetes ni comportamientos propios de niños o de niñas. Que cada cual es libre de ser como quiera.

En el mundo de los juguetes, la publicidad va retrasada respecto a la realidad. Sabemos de la existencia de mujeres médicas, ingenieras, conductoras, arquitectas, deportistas de élite: y de hombres enfermeros, maestros, peluqueros, hombres que cuidan a sus hijos, que cocinan, limpian y que no les gusta el fútbol. Pero resulta que, en los catálogos de juguetes, el disfraz de enfermería siempre lo lleva una niña, y el de médico, un niño. El carrito de la compra y la plancha lo utiliza una niña, y las pelotas, autos, construcciones y juguetes tecnológicos, los niños. Pero basémonos en ejemplos concretos, en catálogos de dos grandes almacenes, poniendo el filtro de la mirada coeducativa. Entre las primeras figuras masculinas hay un niño jugando con un robot muy alegre y poco agresivo, dado que se recomienda a niños de nueve meses. Las figuras masculinas están asociadas a armas de lucha, pistolas, luchadores, tortugas Ninja, superhéroes y robots de la Guerra de las Galaxias; las figuras de Star Wars van siempre con máscara, son guerreros anónimos que han perdido su identidad. La sección de autos, camiones y helicópteros es exclusiva para niños. Las figuras femeninas están asociadas a juegos para estimular el habla y las muñecas, donde predominan las princesas, y donde no hay la presencia de ninguna figura masculina jugando.

Una observación sistemática de lo que sucede, a medida que crecen las criaturas, nos indica que niñas y niños aprenden a rechazar los juguetes y las actividades que se consideran propios del otro sexo. La reacción es más evidente en los niños que en las niñas. Hemos constatado que cuando se pide a las criaturas de cuatro y cinco años que intercambien los juguetes, las niñas lo hacen sin problemas pero los niños se niegan o se enfadan, diciendo que «es de niñas».

A medida que los niños y las niñas crecen, la situación empeora. A las niñas se las empuja a la adolescencia demasiado pronto con estereotipos de mujeres irreales, se les propone soñar con ser estrellas de pop, a ser las más bonitas y más princesas. A los niños, en cambio se les otorga el poder de la construcción, de la invención, pero también de la lucha y la velocidad, espacios donde no caben las emociones; desde la infancia, a medida que se prohíbe a los niños que jueguen con muñecas, se pone a su disposición todo tipo de juguetes que inciten a la acción.

A la edad de siete y ocho años, los niños muestran con mayor claridad sus preferencias que las niñas y, por lo tanto, un mayor dominio de los juguetes con carga tecnológica. Diferentes estudios avalan que estas diferencias tan primerizas entre niñas y niños pueden influir después en la segregación en la

elección de estudios tecnológicos e intentar corregirlos en la adolescencia puede ser demasiado tarde (Molines, 2015).

El patio de juegos escolar es un ámbito educativo con un bajo nivel de implicación del profesorado. A pesar de ser un tiempo y un espacio educativo, no se le dedica generalmente una preparación específica. Los docentes no se sienten indirectamente responsables de lo que sucede en el patio. No estamos planteando que todos los ambientes y momentos educativos escolares estén reglados, pero hay que prestar atención a lo que sucede en el patio de juegos.

En el patio de juegos, se proyectan explícitamente dos principios educativos que son la base de la desigualdad sexual en la escuela: la libertad individual de elección, donde las criaturas juegan en función de sus preferencias, y la existencia de un modelo cultural masculino dominante, que hace que una actitud activa en el juego sea mejor valorada que una actitud pasiva o contemplativa. El análisis de la ocupación del patio en función del sexo muestra que si el juego es de grupo, las niñas ocupan y se desplazan en los espacios periféricos, jugando a la comba, o hablando entre ellas. Los niños, si el juego es de grupo, ocupan el centro del patio; y si es juego individual, acaparan los equipamientos más deseados: columpios, barras de sujeción, toboganes, etc. Estos comportamientos se acentúan con la edad, hasta llegar a la adolescencia donde los partidos de fútbol o básquet de los chicos ocupan toda el área de esparcimiento.

Los niños aprenden a dominar el espacio, tanto el físico como el sonoro. Ellos, de mayores, serán protagonistas del espacio público y en el patio de juegos aprenden a dominarlo. Se refuerzan sus habilidades espaciales y capacidades relacionadas con la ocupación de dicha zona. En cambio, las niñas aprenden a asumir un lugar secundario y a ser protagonistas de las áreas periféricos; como si supieran que el espacio no es suyo, aprenden a cederlo fácilmente, incluso cuando los chicos no están, dudan en ocupar el centro del patio. Se refuerza en las niñas las habilidades relacionadas con la capacidad de desarrollar sus juegos sin interferir en el área de los demás, a pasar desapercibidas. Esta actuación diferenciada de niñas y niños no es innata, sino que se aprende, incitada inconscientemente por familias y escuela. Y tendrá consecuencias en el aprendizaje formal posterior, por ejemplo, en el aprendizaje de todo lo que esté relacionado con la orientación espacial.

El trato diferencial a las niñas y niños desde su nacimiento comporta que las personas adultas tengamos expectativas diferentes en cuanto al carácter y

comportamiento de los niños y niñas, en una etapa que es la más receptiva de la vida, en la que se absorbe toda la información que proviene del entorno. Esto provoca que niñas y niños aprendan lo que se espera de ellas y ellos, y cómo deben actuar para satisfacer lo que la persona adulta está anticipando en un proceso interactivo. Desde muy pequeña se espera que la niña sea hacendosa, cariñosa, que cuide al hermanito, que lo ayude. La niña observa a su madre y aprende que tiene responsabilidades con las personas de su alrededor, que debe estar atenta a las necesidades de los demás, aunque no estén claramente formuladas. La niña comienza a ser para los demás y a ofrecerse para agradar desde pequeña. Esto no ayudará a desarrollar su asertividad y capacidad de liderazgo.

Al niño le llegan mensajes destinados a reforzar su independencia, a estimular su actividad manual, su movilidad, sus deseos. Este proceso comporta que la opinión general sea que los niños y niñas se comportan de manera diferente porque está en su naturaleza: Pero, si se observa con atención el tipo de interacción que las niñas y los niños establecen con su entorno, está claro que esta diferencia de comportamiento corresponde en gran medida a los mensajes que reciben. Lo más grave es que transmitimos estereotipos de género anticuados y peligrosos, a veces sin ser conscientes de que lo hacemos. Los transmitimos en cada gesto, en la vida diaria, en el tono de voz que utilizamos –más envolvente con una niña, más enérgico en un niño–, en la forma de organizar el patio de la escuela. La situación es grave porque a las niñas y niños del siglo XXI, que tienen acceso a una gran cantidad de información por internet, los seguimos educando según unos patrones, unos hábitos y unos prejuicios propios de siglos anteriores de nuestras civilizaciones.

La educación secundaria

En general no se relaciona a las mujeres con la tecnología. Por ejemplo, las pioneras en el uso y diseño de la tecnología han sido invisibilizadas a lo largo de la historia y, actualmente, en la enseñanza primaria y secundaria. Las niñas y las chicas no tienen modelos de mujeres tecnólogas que les sirvan de imitación y referencia. Pocas personas entre el profesorado y pocas niñas y niños saben que Ada Lovelace fue una de las primeras personas que impulsó la programación informática. Se cree que el Comandante Hooper fue un hombre, pero en realidad es Grace Murray Hopper, una matemática, científica de la computación y militar estadounidense; pionera en el mundo de las ciencias de la computación, desarrolló el primer compilador para un lenguaje de programación que derivó

en el desarrollo del COBOL (sigla, en inglés, de Lenguaje Común orientado a Negocios) y propició métodos de validación. Tiene multitud de premios y reconocimientos.

La mayoría de indicadores internacionales en educación, PISA, TISS y otros, señalan que las chicas son mejores que sus compañeros en tareas vinculadas al lenguaje y al procesamiento de información lingüística. En consecuencia, las estudiantes deberían ser protagonistas de la gestión de la información en la red. Una mayoría del profesorado en primaria y secundaria son mujeres, pero muchas profesoras perciben ser menos competentes en las TIC de lo que realmente son. Esto tiene un impacto sobre el uso que realizan de estas tecnologías y sobre su actitud respecto de ellas (Sáinz y López, 2010; Sáinz y González, 2012). Sin embargo, la realidad muestra que no se trata en exclusiva de una diferencia de género, sino que muchos centros carecen de formación específica para ayudar al profesorado a utilizar los recursos digitales de manera competente en su intervención docente. Las TIC son más adaptables al currículo de las asignaturas vinculadas a la ciencia y la tecnología y el profesorado de estas materias parece más proclive a incorporarlas. Pero no se debe desconsiderar la importancia de las plataformas digitales en las materias de lenguas y ciencias sociales. Dado que en el pensamiento dicotómico y la tradición cultural, las materias científico tecnológicas están asociadas a la masculinidad, la falta de adecuación tecnológica de las materias lingüísticas y sociales supondría un reforzamiento de los estereotipos sexistas.

En España las habilidades digitales en el currículo de la enseñanza secundaria obligatoria se consideran habilidades transversales y complementarias al resto de las materias (Sáinz, 2011). Una gran parte del profesorado encargado del área de informática procede de diversas carreras científicas y tecnológicas, como física e ingeniería, pero no necesariamente de la especialidad de informática. Ello condiciona, sin lugar a dudas, la orientación y contenidos de las clases vinculadas a esta materia (Sáinz, 2013).

López *et al.* (2011) y Sáinz (2013) han observado que las respuestas discriminatorias que ponen acento en las diferencias de género, son más claras en la educación secundaria. Una vez dominado, por parte del profesorado, el aprendizaje de reaccionar de forma diferente a los comportamientos diferenciales de chicas y chicos se vuelve inconsciente y automático; se hace crónico y de forma irreflexiva respondemos, actuamos y reforzamos las diferencias de género en las aulas.

Los estudios longitudinales realizados con grupos de estudiantes muestran que las chicas en la educación secundaria, a pesar de tener notas equiparables o incluso superiores a sus compañeros en materias que se han asociado tradicionalmente al género masculino –como son las matemáticas, las ciencias o la tecnología–, se infravaloran; es decir, piensan que son menos competentes en las materias STEM de lo que realmente son según sus calificaciones. Asumen el estereotipo y, a su vez, lo reproducen. Los chicos también lo asumen, pese a tener notas peores que sus compañeras, en muchas de estas materias, se creen mejores, se sobrevaloran. Es decir, existe una tendencia interesante de asunción del rol de género que vincula mayor competencia en ámbitos ligados a la ciencia y a la tecnología a los chicos.

Esto produce una consecuencia negativa sobre los intereses que desarrollan las chicas, que terminan desechando ámbitos vinculados a la tecnología porque creen que no son suficientemente competentes para desarrollarse profesionalmente en estos campos. También conlleva una consecuencia en el desempeño profesional: A pesar de que hay pocas mujeres en ingeniería, informática o electrónica, cuando ellas acceden a puestos de trabajo de estos ámbitos, se les sigue cuestionando sus competencias tecnológicas de manera continuada, por parte de los empleadores.

Es curioso observar cómo las chicas tienen una visión más positiva de los profesionales de la informática que sus compañeros (porque los consideran menos *friquis* o raros), pero ellas no se identifican con el estereotipo del profesional de la informática y por ello lo rechazan como salida profesional (Sáinz y López, 2010).

Las relaciones coeducativas

▪ El uso de los materiales

En la estructura de las aulas de informática, los talleres o los laboratorios, hay elementos de ocupación del espacio y del uso de los materiales que pasan desapercibidos si no se analizan en función de las diferencias de género. La observación de la distribución de chicas y chicos en la utilización de los ordenadores, del material o de los aparatos de laboratorio arroja resultados interesantes. Por ejemplo, si el grupo está compuesto de un chico y una chica que trabajan de manera conjunta, es interesante contabilizar el número de veces que la chica o el chico toman la iniciativa, el tiempo de espera o de uso del teclado, del material o del aparato por parte de cada uno de ellos, etc.

Composición del grupo	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº4
Acciones de los chicos				
Acciones de las chicas				
Tiempo de uso del teclado				
Tiempo de espera en el uso del teclado				
Otros				

Otro aspecto a tener en cuenta es el de las funciones asignadas a chicas y chicos, cuando se trabaja en grupos cooperativos, con distribución de cargos para la realización de las tareas. Si no se realiza un análisis en función del género, por defecto, los chicos son los portavoces del grupo y responsables del material y las chicas son las secretarias y/o encargadas de dinamizar el trabajo del grupo y de tomar nota de lo que sea necesario. En estos casos, tal como sugieren las normas de funcionamiento de los grupos cooperativos, se trata de que los cargos sean rotativos entre todos los miembros de la colectividad, con el objetivo de evitar la cronificación de las responsabilidades y la repetición de los mandatos de género.

Las conclusiones en las observaciones realizadas, siguen la tónica apuntada a lo largo del capítulo y sirven para desnaturalizar lo que se considera "normal" en el funcionamiento de las aulas de informática. Se trata de dar protagonismo, iniciativa y autoridad tanto a las chicas como a los chicos, para –en la medida de lo posible– romper las inercias consolidadas en el proceso de aprendizaje como consecuencia de los roles de género establecidos desde la primera infancia. Es probable que no nos hayamos percatado de estas situaciones de desigualdad, que tienen consecuencias y limitan las oportunidades de alfabetización digital de las chicas.

Por último, es importante conocer la existencia de **perfiles cognitivos** diferenciales, entre la mayoría de chicas y chicos. Durante el aprendizaje, las chicas presentan perfiles cognitivos más holísticos, contextuales, relacionales e interactivos; mientras que en los chicos predominan los perfiles cognitivos teóricos relacionados con la abstracción y la separación (Chambers, 1997; Greenfield, 1996; Solsona, 1998; Watanabe e Ischinger, 2009).

▪ Los saberes femeninos y los saberes del cuidado

Para analizar las diferencias de género, la principal insuficiencia de la escuela mixta reside en la cultura escolar, donde hay una falta de reconocimiento de

las contribuciones que han hecho las mujeres a la cultura. Esta falencia tiene consecuencias negativas en la escolarización de las niñas, puesto que se les niega el legado de conocimientos femeninos acumulado a lo largo de la historia, la llamada genealogía femenina. Pero también afecta al aprendizaje de los niños, puesto que les limita el aprendizaje de los saberes del cuidado.

En las sociedades patriarcales, las diferentes manifestaciones del saber y de la cultura se han clasificado según unas categorías jerarquizadas. De esta manera, se ha definido lo que puede ser considerado un saber y lo que forma parte de la cultura, dejando fuera de esta definición actividades y conocimientos, como aquellos que han formado y forman parte habitual de la vida de las mujeres. Con su sabiduría, con los saberes científicos femeninos, han contribuido a la supervivencia y al progreso de la humanidad.

Es necesario recalcar que los saberes científicos de las mujeres a lo largo de la historia han sido de dos clases: unos saberes que a veces han coincidido con el conocimiento académico oficial, y otros saberes que han circulado al margen, en los ámbitos de la vida privada o en ámbitos exclusivos de las mujeres, los que han sido patrimonio de las mujeres, y que les han sido usurpados en el momento que se han convertido en determinadas ramas del ámbito científico y de la técnica, como la nutrición y la tecnología de los alimentos.

▪ Los contextos de aprendizaje

La ética del cuidado y la ética del trabajo

Coherentemente con el modelo de ciencia escolar, la mayoría de contextos de aprendizaje de los libros de texto y materiales didácticos son androcéntricos. Es decir, sitúan en primer plano hechos y actividades científicas consideradas propias de los hombres y de la cultura o experiencia masculina, menospreciando las actividades científicas femeninas desarrolladas a lo largo de la historia. Se entiende por cultura masculina al conjunto de hechos y actividades desarrolladas por los hombres, que habitualmente se asocian a la ética del trabajo remunerado. Se entiende por cultura femenina al conjunto de hechos y actividades desarrolladas por las mujeres a lo largo de la historia, que habitualmente se asocian a la ética del cuidado y al trabajo no remunerado. Este planteamiento androcéntrico no suministra las óptimas oportunidades de aprendizaje científico sin discriminación, ni para las niñas ni para los niños.

Aportes para repensar la enseñanza de las ciencias

1. Superar el pensamiento dicotómico que coloca a las niñas y las chicas en una posición subordinada respecto a los niños y los chicos, respectivamente. Romper los estereotipos, no acatar los mandatos de género ni los esquemas prefijados.
2. Ofrecer modelos de mujeres tecnólogas que puedan servir como referentes de imitación y referencia
3. Para abordar una educación tecnocientífica no discriminatoria ni jerarquizada con desigualdades de género, hay que recontextualizar el modelo de ciencia escolar incluyendo el género, y buscar contenidos-clave sin sesgo en este aspecto para trabajarlos y tomar decisiones, interrelacionándolos y organizándolos, conjuntamente con las experiencias y el nuevo lenguaje que se genere. Una ciencia escolar que valore las aportaciones y actividades científicas de las mujeres, realizadas a lo largo de la historia y en el momento actual. Además, las mujeres científicas que sirven como referentes para los chicos y las chicas, son también modelos de imitación y referencia para la orientación académica y profesional que conduce a la realización de estudios científicos y tecnológicos.
4. La ciencia escolar no androcéntrica debe promover la gestión y evaluación de los aprendizajes teniendo en cuenta las diferencias de género. Es decir, es necesario conocer los distintos perfiles cognitivos existentes en cada grupo de estudiantes, desagregados por sexo. Diagnosticar las diferencias en los estilos de aprendizaje: el tipo, grado y forma de manifestación de las actitudes y emociones en cada uno, dentro del contexto escolar, para poder reconocer las diferencias en los conflictos emocionales que surgen en el proceso de aprendizaje.
5. Impulsar contextos de aprendizaje que incluyan el género, en el marco de una ciencia escolar no androcéntrica, no jerarquizadora y que valore de forma indiferenciada los hechos científicos y las actividades asociadas a las experiencias femeninas y masculinas. Para ello, es necesario considerar las diferencias de género diagnosticadas en un entorno concreto.
6. Detectar y evitar usos sexistas en el tratamiento de las TIC; la visibilidad que se da a mujeres y hombres es determinante en la gestación de una opinión pública. Incluir mujeres entre los autores de referencia en los artículos y los marcos teóricos, recurriendo a exponentes expertas en el tratamiento de las tecnologías de la información y comunicación, incorporando datos

desagregados por sexo para visibilizar la existencia de diferencias en el uso de las TIC. Informar sobre las políticas de igualdad existentes en el tratamiento de estos recursos. Mostrar la diversidad en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación sin estereotipos de sexo y sin ridiculizar los comportamientos de las personas que están en proceso de aprendizaje.

7. Aplicar un tratamiento técnico similar a fotografías y videos de hombres y mujeres, evitando el uso sexista de imágenes donde aparezcan mujeres en situación de dependencia respecto de otros personajes, con especial énfasis en las tiras de humor que hacen referencia al uso de las TIC.

8. Revisar el lenguaje, dejando a un lado los genéricos masculino y femenino y otros usos sexistas; igualar el tratamiento con respecto a los nombres y apellidos de hombres y mujeres, abordando de modo igualitario la trayectoria académica y profesional de mujeres y hombres, así como de sus responsabilidades en el contexto familiar.

Referencias bibliográficas

Bandura, A. (1999). *Self-efficacy in changing societies*. Londres, Cambridge University Press.

Chambers, S. K. & Andre, T. (1997). Gender, prior knowledge, interest, and experience in electricity and conceptual change text manipulations in learning about direct current. *Journal of Research in Science Teaching,* 32(2), 107-123.

Drent, M. & Meelisen, M. (2008). Which factor obstruct or stimulate teacher educators to use ICT innovatively? *Computers and education,* 51, 187-199.

Fernández C. *et al*. (1985). *Una mirada no sexista a les classes de Ciències Experimentals*. ICE UAB. Quaderns per a la Coeducació, 8.

Greenfield, T. A. (1996). An exploration on gender participation patterns in science competition. *Journal of Research in Science Teaching,* 32(7) 735-748.

Halton, M. A. (2000). *Home Economics Revision Notes for Junior Certificate.* Dublin, Gill & MacMillan.

Harding, J. (1986). *Perspectives on Gender and Science*, London The Flamer Press.

Izquierdo, M. (1996). Cognitive models of science and the teaching of science, history of sciences and curriculum. *Proceedings of the Second Ph. D. Summer School*. Thessaloniki, Art of Text.

Keller, E. F. (1985). Reflexiones sobre género y ciencia. Valencia, Alfons el Magnànim.

López, M., Puertas, S. & Sáinz, M. (2011). Why Don't Girls Choose Technological Studies? Adolescents' Stereotypes and Attitudes towards Studies Related to Medicine or Engineering. *The Spanish Journal of Psychology,* 14, 74-87.

Molines, S. (2015). *La coeducación en un centro educativo: análisis del patio escolar*. Tesis doctoral. Universitat Valencia.

McGee, H. (2004). *On food and cooking. The science and lore of the kitchen*. New York, Scribner.

Observatorio de la Igualdad, (2010). Estudio cuantitativo sobre la brecha digital de género en la juventud española *http:/www.e-igualdad.net/sites/default/files/Presentacion_OB_CUANTI_JUVENTUD_2010.pdf* (Consulta 24/4/2012).

Rogers, E. M. (1995). *Diffusion of innovations (4th ed.)Nueva York, The Free Press*

Sáinz, M. (2007). Aspectos psicosociales de las diferencias de género en actitudes hacia las nuevas tecnologías en adolescentes. *http://www.injuve.es/contenidos.item.action?id=1423691052&menuld=1565773279* (Consulta 4/4/2012).

Sáinz, M. (2013) El uso de las TIC en el ámbito educativo con perspectiva de género. Actitudes del alumnado y del profesorado. *Telos: cuadernos de comunicación e innovación,* 95, 116-124.

Sáinz, M. & González, A. M. (2012). *Parents' and secondary teachers perceptions of the challenge associated with the current uses of ICT.*

Sáinz, M. & López, M. (2010). Gender differences in computer attitudes and the choice of technology-related occupations in a sample of secondary students in Spain. *Computers and Education*, 54, 578-587.

Sáinz, M. & Martínez, L. (2017). Desigualdades de género en la percepción social de la ciencia y la tecnología en función de la edad y el nivel educativo, *in* Lobera, J. *Percepción social de la ciencia y la Tecnología en España 2016*, 235-275.

Sanmartí, N. & Solsona, N. (1998). *El cambio químico. Guías para el profesorado de ESO de Ciencias de la Naturaleza*. Madrid, Praxis.

Sigalés, C., Mominó, J. M. & Meneses, J. (2009). TIC e innovación en la educación escolar española. Estado y perspectivas. *Telos,* 78, 90-99.

Solsona, N. (1998). Diferentes experiencias en el laboratorio: la influencia del género. *Alambique,* 16, 60 – 68.

__ (2002). *La química de la cocina*. Madrid, Instituto de la Mujer.

__ (2003). *El saber científico de las mujeres*. Madrid, Talasa.

__ (2012). Marie Curie y algunas categorías de análisis de las biografías científicas. Memorias IX Congreso Iberoamericano Ciencia, Tecnología y Género. Sevilla, OEI <http://www.oei.es/congresoctg/memoria/pdf/SolsonaPairo.pdf>[Consulta: 29 maig 2013].

__ (2012). La Química en la cocina, un contexto fértil para el aprendizaje y la investigación química. *Ciencia Escolar*, 2(1), 45-75.

__ (2015). Per què cal sumar el gènere al context d'aprenentatge? Educació Química, 20, 48-53.

Subirats, M. (2013). Forjar un hombre, moldear una mujer. Barcelona, Aresta.

Watanabe, R. Ischinger, B. (2009). *Equally prepared for life? How 15-year-old boys and girls perform in school*. Paris: OECD.

CAPÍTULO 7

LA INCLUSIÓN DE RECURSOS DIGITALES PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

QUÉ SE HA HECHO Y QUÉ FALTA POR HACER UN ESTADO DEL ARTE

Leonardo Abella P.

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Justificación
- Metodología
- Software educativo en contexto
- Estado del arte
  Lo que se ha hecho: "los profesores"
  Lo que se ha hecho: "las experiencias de aula
  La elección apropiada
- El futuro del software educativo y su integración a la enseñanza de la química
- Proyecciones y conclusiones
- Referencias bibliográficas

Resumen

Para reconocer la importancia de la incorporación de diferentes tipos de recursos digitales en la educación en ciencias, y particularmente en la química, en este capítulo se presenta el análisis de los trabajos desarrollados y publicados durante los últimos 10 años en este escenario, ofrecer un panorama general de lo que puede realizarse en el proceso de inclusión digital.

Por recurso digital se comprende a todo programa informático que ha sido usado y diseñado para procesos didácticos. En esta categoría se incluyen programas de simulación, aplicaciones móviles, videojuegos, realidad aumentada y entornos basados en la *web*. La revisión se ha desarrollado utilizando las bases de datos *Scopus* y *Web Of Science*, usando palabras clave que incluyen directamente el uso, desarrollo, diseño y evaluación de diferentes recursos digitales para la enseñanza de las ciencias en general y de la química en particular. De este análisis emerge la importancia de identificar y fortalecer los conocimientos tecnológicos que requieren los profesores de ciencias, al momento de desarrollar diseños didácticos para la inclusión digital en aulas de Educación Básica y secundaria.

Introducción

La incorporación de recursos digitales en la educación en ciencias ha sido un lento, pero determinado, proceso que ha encontrado múltiples obstáculos y a su vez interesantes encuentros. Con el paso del tiempo y de las experiencias, se ha logrado comprender que para el profesorado no es suficiente recibir capacitaciones o desarrollar un conocimiento técnico de los diversos recursos digitales en educación, se ha hecho necesario y evidente que se requiere de una reflexión sobre el papel didáctico de la integración de TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), recursos y diseños que promuevan mejores aprendizajes.

Aunque el concepto de TIC está ampliamente generalizado, es pertinente establecer las condiciones con las que éste se incorpora en el presente capítulo. Por TIC para la enseñanza o software educativo, se comprende a todo tipo de sistema informático, bien sea un programa de computadora, una aplicación móvil, un videojuego o una plataforma *online*, que ha sido diseñada específicamente para favorecer la enseñanza y/o aprendizaje de la química en diferentes niveles de educación formal y que posee claros objetivos didácticos (Abella, Castelblanco y García-Martínez, 2005), a los que se puede acceder en diferentes

tipos de dispositivos. Un contenido para nutrir la TIC no es por sí misma una TIC o un software educativo; y para aclararlo tomemos, por ejemplo, un video educativo. El video por sí solo, aunque es un recurso clásico de comunicación, si no se coloca en una plataforma en que pueda ser observado, o no posee un enriquecimiento que le permita ser interactivo y sin una guía clara de cuál es el propósito de su observación, no puede ser considerado una TIC. Ahora bien, sí ese video está es accesible desde una dirección electrónica, señalada dentro de una página *web*, en la que luego de su observación se solicita responder un cuestionario digital o físico, y hace parte de una estrategia claramente educativa, puede ser considerado una TIC.

Por esta razón, es evidente que el *software* educativo ha sido foco de atención por parte de todas las áreas del contexto escolar, lo que se constata al realizar una simple revisión de la literatura al respecto, en cualquier base de datos o biblioteca especializada (Scopus, Web of Science, ERIC). El deseo de los docentes por obtener programas que sean fáciles desde su manejo, su aplicación, su modificación y que además sean de bajo costo, no ha sido satisfecho en su totalidad debido a que son pocas las aplicaciones que tienen todas estas fortalezas juntas; lo que fomenta en el docente una falta de incentivo a su uso, o a la búsqueda de aplicaciones reconocidas y generalizadas, que muchas veces no se acomodan a sus verdaderas necesidades. Esto, sumado a los pocos o nulos espacios para el uso de equipos tecnológicos en los ambientes escolares. A excepción de la asignatura de informática, la mayoría de los obstáculos son desalentadores y mantienen a los docentes alejados del uso de herramientas informáticas en sus áreas específicas (García-Peñalvo, 2002).

Esta situación ha motivado la investigación acerca del cómo aprovechar el poder de las tecnologías aplicadas a la educación, donde se logre un equilibrio entre los espacios y materiales disponibles y el buen uso y desarrollo de aplicaciones educativamente pertinentes para cada área.

Justificación

Para poder determinar el camino a seguir en la incorporación e inclusión de nuevas estrategias didácticas apoyadas en TIC, es necesario identificar algunos de los aportes significativos y experiencias desarrollas en la última década, considerando que prácticamente cada año se lanzan nuevas aplicaciones y programas, mientras que otros desaparecen.

Reconocer las metodologías de implementación, así como los resultados de estas intervenciones didácticas en grupos específicos, permite al profesorado interpretar los aspectos positivos y pertinentes, al momento de considerar una integración de TIC en sus diseños de aula. De allí la importancia de generar marcos de referencia que faciliten la selección de herramientas digitales que potencien el alcance e impacto de diseños didácticos para la enseñanza en ciencias en general y de la química en particular.

Del análisis de las experiencias abordadas, emergen características que deben reconocerse en la integración de las TIC en los diseños didácticos, tanto en su finalidad como en las herramientas mismas que fueron utilizadas para mejorar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química. En este abordaje, se invita al lector a reconocer estas características emergentes, su metodología, su población de estudio y los resultados obtenidos a manera de insumo para sus propios diseños, aplicación y análisis de incorporación de TIC en las clases de química.

La incorporación de las TIC no se puede realizar de "manera ingenua o improvisada" (Gros Salvat, 2000; Daza Pérez y otros, 2009) es necesario que el profesor reconozca en sus diseños didácticos, aquellos aspectos que pueden ser potencializados mediante la integración de diversas TIC, teniendo claridad sobre los objetivos a alcanzar en esta integración y el contexto en el que su uso no se convierta en un factor excluyente.

Reconocer los aspectos más importantes que permiten una apropiada integración didáctica de las TIC, requiere de un análisis de las experiencias previas, considerando que el desarrollo y avance de las TIC progresa a pasos agigantados. Las experiencias de los últimos 10 años ofrecen aspectos que desde el punto de vista tecnológico digital pueden ser relevantes, y permiten retomar los principios que servirán para reconocer la aparición de características, metodologías y objetivos con los cuales analizar los trabajos posteriores, sus éxitos y limitaciones.

Metodología

Se consultaron trabajos publicados durante los últimos 10 años en las bases de datos Web of Science, Scopus y ScienceDirect. Los criterios de búsqueda incluyeron como palabras clave "educación en ciencias con TIC" "aprendizaje de las ciencias con TIC", "educación química con TIC" y sus correspondientes

equivalentes en inglés “science teaching ICT” “science learning ICT”, “chemistry teaching ICT”, limitando la búsqueda a documentos en los que explícitamente se hablara sobre el uso o implementación de algún tipo de TIC o software educativo para la enseñanza de las ciencias, incluyendo reflexiones sobre su incorporación o propuestas metodológicas y seleccionando, posteriormente, lo referente a la enseñanza de la química en cualquier nivel.

Se consiguió un total de 32 documentos, de los cuales 8, si bien no abordan la enseñanza de la química de manera directa, ofrecen un marco referencial válido para ser considerados como aportes relevantes a la integración de TIC en la educación en ciencias.

En el abordaje de los diferentes trabajos analizados, se construyó una matriz de análisis (Tabla 1) que emerge de la lectura de los trabajos, en los que se puede encontrar un patrón general de observación, bajo el cual se tienen en cuenta ciertos aspectos que permiten una interrelación entre los diferentes documentos.

Tabla 1. Matriz de análisis y categorías

AÑO de publicación	**TIPO** de investigación	**POBLACIÓN** objeto de análisis	**FUNDAMENTACIÓN DIDÁCTICA** o pedagógica según sea evidente
TIC empleada, diseñada o desarrollada	**TEMÁTICA** abordada	**METODOLOGÍA** desarrollada y relacionada con la TIC	**RESULTADOS** de la intervención

Dentro de los criterios emergentes, se hace necesario consignar el año de publicación en cuanto permite reconocer la vigencia del trabajo, considerando que los cambios tecnológicos suceden, en ocasiones, en menos de 3 años (como se puede ver al hacer una exploración de la frecuencia con que se actualizan diferentes tipos de plataformas y *softwares* específicos), así como tener un referente frente a los desarrollos posteriores del trabajo facilita considerar su pertinencia. Identificar el tipo de investigación que presenta cada documento ofrece un panorama frente a las tendencias que se manifiestan para abordar la investigación en cuanto a integración y desarrollo de TIC para la enseñanza de la química y de esta manera orientar las nuevas propuestas en el campo. Si bien para cada documento se tomaron los criterios de la matriz propuesta, el análisis

aquí presentado resalta los aportes más relevantes en su categoría, invitando al usuario a profundizar en la lectura de aquellos documentos que considere de mayor pertinencia para su campo.

No todos los trabajos abordan los mismos sectores de la sociedad, y conocer el grupo humano seleccionado como población objetivo, lo estudiado ofrece análisis que pueden considerarse pertinentes en el desarrollo de trabajos similares que se orienten hacia comunidades específicas, que pueden variar en edad, nivel educativo y otros factores determinantes del contexto a abordar.

Es evidente que muchos de los trabajos son el resultado de propuestas que se alejan del campo de la didáctica de las ciencias, sin embargo, aunque se identifiquen plenamente sus orientaciones pedagógicas, el diseño de los materiales y las actividades asociadas a estos requiere un fundamento que permita agruparlos de manera particular. Así mismo, las temáticas abordadas durante la integración con TIC pueden concentrar conceptos similares que pueden reconocerse dentro de los conceptos estructurantes de la química.

Entre las diferentes propuestas se evidencia que desarrollan diferentes tipos de TIC, por lo que se hace necesario identificar las tecnologías aplicadas y establecer un criterio de clasificación para las metodologías desarrolladas, así como los resultados obtenidos de acuerdo con los objetivos trazados por la propuesta.

Considerando las innumerables posibilidades de análisis que la recopilación de esta información ofrece, para este capítulo se centra la exposición en 2 asociaciones, “los profesores” en donde se resalta la importancia de la formación docente para la incorporación de TIC y “las experiencias de aula” en donde se resaltan los resultados de las aplicaciones y sus conclusiones.

Software educativo en contexto

Existen variadas categorizaciones sobre los tipos de *software* educativos desarrollados y las formas en que pueden ser utilizados en la educación; en este sentido se destacan las ya clásicas clasificaciones realizadas por Marques (1995), Gros (2000), García (2002) y Pietzner (2014), donde se evidencia que cada tipo de programa puede apoyar actividades específicas en las clases. Se ha visto el uso de programas de simulación y toma de datos que son utilizados en laboratorios virtuales y reales; calculadores y constructores se usan para simplificar las operaciones matemáticas que requieren una gran inversión de

tiempo, permitiendo dar énfasis a la comprensión de los procesos químicos inmersos; hipermedias y multimedia sirven para socializar conocimientos y junto a los contenidos *web* son fuente de múltiples informaciones.

Abella y García-Martínez (2010) han manifestado que el uso de cada uno de los diferentes tipos de software educativo suele ir acompañado de una visión del diseñador y otra diferente del usuario. Cuando ambas visiones no están sincronizadas, se originan posibles "incompatibilidades de aplicación" (Abella Peña, Castelblanco Castro y García Martínez, 2005), que aun cuando se posean instructivos para su uso, si no se aclara el papel del docente y del estudiante, ni la forma en que se desea mediar tanto contenidos como aprendizajes o qué actividades de evaluación pueden ser apropiadas, es posible que no se alcancen los objetivos trazados para dicha integración.

Es necesario que el docente/usuario sea el primer evaluador del *software* que desea utilizar (Abella Peña y García Martínez, 2010), ya que de esta evaluación dependerá la estrategia didáctica que podrá ser implementada. Varios autores han diseñado instrumentos que le facilitan a los docentes evaluar las potencialidades del *software* que desean utilizar, pero aún existen diferentes razones por las cuales los docentes que seleccionan el uso de un *software* específico no evalúan su contenido y caen en la aplicación improvisada o superficial del mismo, siguiendo con las ideas de Gros (2000), Suduc Bizoi, Gourghiu y Gorghiu (2011), Tan y Tan (2017) , Gómez Crespo, Cañas Cortázar, Gutiérrez Julián y Martín-Díaz (2014).

Para entender las diferentes intencionalidades que pueden estar inmersas en las TIC a integrar, se plantea una clasificación que unifica los criterios propuestos por los diferentes autores, dando prioridad a la estructura de presentación empleada en el *software* y enfatizando sus características de aplicación.

Tabla 2. Clasificación del Software educativo

TIPO DE SOFTWARE	CARACTERÍSTICAS
TUTORIALES	Programas de aprendizaje asistido por computador. Tiene por objeto enseñar un contenido. Prima la organización de la información y la estrategia del programa para conseguir el aprendizaje del usuario.

PRÁCTICA Y EJERCITACIÓN	Programas basados en cuestionarios de problemas cerrados o ejercicios de lápiz y papel (digitalizados). Permiten una repetición continua hasta dominar una tarea. No busca enseñar sino fortalecer la rapidez de los cálculos y la memoria.
BASES DE DATOS	Programa organizador de datos con fácil exploración y consulta selectiva, pueden ser internos (intranet) o externos (internet).
CONSTRUCTORES	Son programas que tienen un entorno programable. Permite al usuario la comprensión de elementos y entornos complejos a partir de elementos simples.
MULTIMEDIA	Programa que combina diferentes tipos de información (visual, auditivo, textual) y presenta una estructura secuencial o lineal.
HIPERMEDIA	Programa que combina diferentes tipos de información (visual, auditivo, textual) y presenta una estructura NO secuencial ni lineal; la secuencia es elaborada por el usuario mediante vínculos entre información. Pueden ser *online* y *offline*.
SIMULACIÓN	Programas que simulan, basados en modelos reales, entornos en los que se contrastan y experimentan diversas hipótesis y variables, algunas veces se presenta en formato de juego.
VIDEOJUEGOS	Programas interactivos que permiten, a través de diversos tipos de juegos, generar entornos de aprendizaje.
SISTEMAS EXPERTOS	Proyección de nuevas tecnologías de programación enfocada a simulación de pensamiento lógico, que responde a valores aleatorios según el usuario. Se conocen como programas de inteligencia artificial.
REALIDAD VIRTUAL AUMENTADA	Simulación óptica avanzada, con interfase hipermedial. Se caracteriza por el diseño de imágenes digitales que se alternan con la realidad.
SISTEMAS HÍBRIDOS	Construidos mediante la combinación de diferentes tipos de software, tales como hipermedia, simuladores, sistemas expertos, entorno virtual, trabajo en línea, videojuegos.

Adaptada de Abella Peña, Castelblanco Castro, y García Martínez (2005).

Sin importar cual sea el sistema de clasificación que se adopte, debemos tener claro qué tipo de aprendizaje deseamos obtener con el *software* desarrollado, y además qué tipo de trabajo en aula se llevará a cabo; así, cada tipo de *software* facilitará el tratamiento de estos conceptos (García-Peñalvo, 2002; Abella Peña y García Martínez, 2010; Pietzner, 2014). Por ejemplo, si se busca facilitar el aprendizaje de la taxonomía, un programa de práctica y ejercitación sería mucho más adecuado que uno de simulación (Abella Peña y García Martínez, 2010).

La integración de *software* educativo o TIC en las ciencias experimentales puede hacer uso de todos los tipos de programas mencionados durante el proceso de enseñanza-aprendizaje (Abella Peña y García Martínez, 2010). A modo de ejemplo y de propuesta, la manera de utilizar los diferentes instrumentos de medida para química o física sería fácilmente explicada por medio de un tutorial animado; la anatomía puede ser abordada mediante aplicaciones de tipo hipermedial que contengan amplias bases de datos de imágenes y definiciones; y para ganar habilidad en la manera de realizar cálculos estequiométricos se puede utilizar programas de práctica y ejercitación.

Estado del arte

Lo que se ha hecho: "los profesores"

En los 32 trabajos abordados, se ha encontrado una fuerte tendencia a identificar las bondades de las intervenciones de aula con integración de TIC en diferentes escenarios. En la revisión elaborada por Daza Pérez *et al.* (2009) se resalta la importancia de desarrollar programas de formación que permitan una reflexión sobre la apropiación de las TIC para las clases de química y la forma en que pueden ser aprovechadas según su tipología. Ya ha pasado una década, y las propuestas expuestas en el documento siguen siendo relevantes y pertinentes e invitan a continuar en la reflexión sobre el papel esencial que cumple la formación, tanto inicial como permanente, de los profesores en la integración de las TIC, ofreciendo herramientas para la evaluación preliminar de las potencialidades y aspectos a resaltar para la integración en las clases regulares, hasta el impacto comunicativo y social que promueven. Así mismo lo hacen los trabajos de Talanquer (2009) y Rosas Bravo *et al*. (2009) cuando señalan que *"…Sin embargo, el reto para los maestros es monumental pues se necesitan educadores virtuales bien alfabetizados en el uso de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones*" (p.336), en el que invitan a reconocer la importancia de centrar la educación en el estudiante, y dejar de lado todos los

esquemas expositivos, que si bien pueden estar nutridos por TIC, no dejan de ser más que "actualizaciones" de métodos tradicionales (Vacca, 2011), y que aunque intentos valiosos, no logran aprovechar el poder comunicativo y dialógico que puede desarrollarse con una apropiada integración de TIC centrada en el papel del estudiante y la mediación de contenidos que el profesor debe realizar.

Donnelly, McGarr y O'Reilly (2011), por medio de entrevistas estructuradas logran categorizar los diferentes niveles de integración que realizan los profesores de secundaria en los Estados Unidos en el marco de uso de los laboratorios virtuales, encontrando que se requiere de profundas motivaciones en los profesores, para que desde su saber profesional logren articular las propuestas TIC con situaciones de aula.

Esa aceptación de la necesidad de promover en el profesor motivaciones que le permitan reconocer las potencialidades de las TIC, no solo para las clases regulares sino también en escenarios de diversidad e inclusión, ha impulsado la publicación de trabajos que abordan la importancia de la motivación y formación de docentes en y para la integración de TIC en las clases de ciencias (Niess, 2005; Suduc, Bîzoi, Gorghiu y Gorghiu, 2011; Rogers y Twidle, 2013; Pietzner, 2014; Krause, Pietzner, Dori y Eilks, 2017).

El trabajo de Suduc *et al.* (2011) pone de manifiesto que, con todos los avances en temas educativos que ha desarrollado Finlandia, en comparación con los demás países de Europa, usan el computador en mayor porcentaje para sus clases mientras que en el resto del continente –en donde la mayoría de los profesores usa PowerPoint–, se conservan los métodos clásicos de presentación en sus clases. Esa formación integral se resalta en el trabajo de Gómez Crespo *et al*. (2014) que, mediante el uso de una plataforma Moodle, establece los niveles de integración de TIC que hacen 138 profesores de química y física en España, donde enfatiza que de lograrse una apropiación consciente de las TIC se puede mejorar el principio de equidad e inclusión en las aulas de química y física; así mismo se evidencia la subutilización que se realiza cuando no se tienen los insumos necesarios. En la misma línea, pero en Alemania, Pietzner (2014) invita a una reflexión sobre el papel de las TIC en la enseñanza contemporánea de las ciencias, la necesidad de una política pública para la implementación de TIC en las clases de manera regular, el desarrollo profesional en torno a la apropiación de las TIC en la educación en ciencias y presenta una clasificación general de *softwares* educativos empleados por los docentes de ese país. Igualmente, Romero y Quesada (2014) fundamentándose en la perspectiva ofrecida por

su trabajo, consideran que sería interesante facilitar y promover el uso de los actuales recursos y herramientas tecnológicas como medio para afrontar dos de las grandes inquietudes de los profesionales de la enseñanza de las ciencias: la motivación hacia la ciencia y el valor del conocimiento científico para explicar el universo. Un resultado similar obtiene el equipo de Tan y Tan (2017) al analizar las actitudes y habilidades de 3 profesores de biología, a quienes por medio de análisis de su discurso se les reconoce la necesidad de una formación más enfocada al desarrollo de diseños para la integración de TIC, para lo cual se sugiere un abordaje epistemológico de la tecnología de modo que el profesor mejore su apropiación.

En la intención de identificar las actitudes de los profesores hacia el uso de la TIC, Krause, Pietzner, Dori y Eilks (2017) presentan un trabajo en el que, a partir de diferentes cuestionarios *online*, abordan a 239 educadores de química en formación e identifican que desde su formación inicial no se observa modificación en la intención de usar TIC a futuro en sus clases. En cierto grado es comprensible considerando que muchos de ellos ya comienzan a ser parte de la generación que ha sido nativa digital y ha tenido el acceso a múltiples plataformas (Rosas Bravo, De Ita Cisneros y González Vergara, 2009; Bennett, Maton y Kervin, 2008). Reconocen en su trabajo que el género influye en la intención de utilizar TIC, observan que las mujeres son más claras en sus intenciones sobre el uso de TIC, pero que, en todos los casos estas intenciones son positivas.

Propuestas más ambiciosas en la identificación y categorizaciones de los niveles de integración que realizan los profesores de química, se aventuran a validar propuestas teóricas frente a la idoneidad del *software* educativo utilizado para las clases de 556 profesores de química en la Republica Checa; experiencia en la que, por medio de encuestas estructuradas, el equipo de Chroustova, Bilek y Sorgo (2017) analyses of effect sizes show that there are not only differences between users and all nonusers generally, but also prove differences between various types of nonusers. Nonusers were established as a identifica las actitudes hacia el uso de TIC para la enseñanza de la química, y encuentra que son positivas entre los profesores que las usan y los que no, a los cuales se les encuentra un real y explícito deseo de aprender a integrarlas. Aunque el documento cuenta con una robustez estadística, los autores reconocen las limitaciones del instrumento aplicado y el alcance de éste para reconocer los intereses de aplicación de diferentes tipos de TIC.

Cerrando esta revisión de documentos que se ha encontrado, desde y para los profesores de química, se destaca el trabajo de Solbes, Fernández-

Sánchez, Domínguez-Sales, Cantó y Guisasola (2018), quienes ante un grupo de 55 profesores de química de diferentes niveles de formación –entre ellos licenciatura, maestría y doctorado–, observaron que, según el instrumento aplicado, la muestra de profesores fomenta poco la utilización de las TIC como herramienta de aprendizaje para los estudiantes, invitando a reflexionar sobre el efecto real de la realización de cursos puntuales de actualización o uso de *software* educativo que no continúan con algún seguimiento ni apoyo posterior en su implementación. Esto evidencia que es necesario generar continuidad como perspectiva de trabajo con el profesorado, y a su vez el contexto escolar, y revisar las políticas educativas que regulan estos niveles de formación.

Lo que se ha hecho: "las experiencias de aula"

La explosión de la conectividad y la posibilidad de encontrar fácilmente recursos *web* generó una oleada de intenciones de integración de TIC en el aula. Como ejemplo de esta fuerte intencionalidad se encuentra la revisión de Giordan y Gois (2009), quienes resaltan el poder de las plataformas *web* y su gran aporte a la enseñanza de la química, en cuanto permiten generar diferentes propuestas para el diseño y desarrollo de los contenidos, si bien ya sugerían un mayor compromiso en aprovechar las investigaciones educativas para el diseño curricular desde la perspectiva didáctica. Jiménez-Valverde y Núñez-Cruz (2009) desarrollan una experiencia de aula a partir del trabajo *web* con las plataformas *Synergeia* y *Moodle*, para abordar temáticas de química ambiental y análisis de aguas de nivel universitario y de química general para la educación secundaria. Su objetivo era encontrar las dinámicas propias del trabajo bajo estas plataformas y la interacción profesor-estudiante, por lo que sugieren profundizar en el trabajo cooperativo y potenciar las habilidades de los profesores para la integración de las TIC.

Sin embargo, las propuestas en torno a la enseñanza de la química no se han limitado al potencial de la *web*; el trabajo realizado por Sá Menezes, Teixeira y Kalhil (2010), en Brasil, desarrolla aprendizajes mediados con el *software* específico *Windows® Movie Maker*, mediante el cual estudiantes de secundaria elaboran videos cortos para abordar temáticas tan variadas como el átomo, la tabla periódica, las reacciones químicas y el papel de las mujeres en la ciencia. Con la metodología desarrollada, el trabajo invita a la reflexión del papel de la incorporación de las TIC, no solo para la enseñanza de la química sino para aprender sobre las TIC en sí mismas.

En una línea de trabajo enfocada en el uso de los recursos TIC más accesibles, en Argentina, Raviolo (2011) aprovecha el potencial de las hojas de cálculo para trabajar con estudiantes de química, a nivel universitario, temáticas como la entalpia de reacción y la combustión. Al hacer el análisis de sus resultados, a partir de los informes de los estudiantes en las dinámicas propias del curso, presenta una interesante reflexión sobre la forma en que pueden trabajarse los cálculos asociados para generar en los estudiantes mayores niveles de comprensión y apropiación de los conceptos trabajados.

En Brasil, Barreto Leite y Barreto Leite (2013) desarrollan una propuesta usando un AVA (Ambiente Virtual de Aprendizaje) diseñado con herramientas de *Google®* para desarrollar conceptos de química inorgánica en estudiantes de ingeniería química. Entre sus hallazgos se reconoce una mejora en la atención hacia las actividades de clase y en general una actitud positiva hacia la asignatura, con un considerable avance en el cumplimiento de las tareas y el trabajo cooperativo.

En Eslovaquia, Ješková, Kireš, Ganajová y Kimáková (2011) proponen la integración de videos y hojas de cálculo para abordar las temáticas –dentro de la dinámica de "investigación científica"– con estudiantes de secundaria, para resaltar la importancia del trabajo colaborativo y la resolución de problemas en el cumplimiento de los estándares curriculares.

La incorporación de recursos digitales no solo puede ser motivada por la intencionalidad de los profesores, sino por la disponibilidad y acceso a herramientas tecnológicas. Este es el caso de un estudio realizado en India por Srivastava (2012), quien mediante el uso de los tableros inteligentes dispuestos en las aulas diseñó un experimento entre dos grupos de estudiantes: un grupo control y uno en el que múltiples contenidos multimediales fueron utilizados para diversas temáticas. El resultado presentó un incremento en la participación de los estudiantes y una marcada motivación. En Escocia, Rodrigues (2012) elabora un capítulo de libro sobre el uso de simulaciones digitales en la educación en ciencias, con 36 estudiantes de secundaria; presenta varias sugerencias para mejorar los contenidos de TIC en cuanto a términos de diseños e interacción, pero reconoce los altos niveles de motivación que pueden generar. Esa misma motivación es abordada en estudiantes de secundaria en España, cuando Coca (2015) toma a estudiantes de tercer año, y con temáticas generales de física y química evidencia, por medio de test pre y post experiencia, una mejora evidente en sus actitudes hacia las clases.

Resaltar la importancia de la incorporación de TIC es el tema central del capítulo escrito por Dori, Rodrigues y Schanz (2013). Categorizando entre visualizadores, bases de datos *online*, dispositivos de detección para instrumental de laboratorios, animaciones, tableros digitales e Internet, sugieren que la integración de recursos digitales debe permitir una educación química en la que se aprende mediante TIC y a utilizar las TIC, para ser ciudadanos con criterios sobre la ciencia y su intención en la sociedad.

Los videojuegos también han hecho parte del repertorio de TIC integradas a la educación química, donde los RPG (*Rol Playing Games*) siguen mostrando sus poderosas capacidades. En Colombia, Abella Peña y García Martínez (2010) mostraban los resultados de la integración de este tipo de videojuegos con las clases regulares de química inorgánica para estudiantes de secundaria, en los que se resalta la alta motivación hacia el desarrollo de las clases y la oportuna dirección de una unidad didáctica que integraba actividades de aula, experimentales y extracurriculares. En China, se incorporó un videojuego RPG para trabajar la motivación de los estudiantes hacia las clases de ciencias tomando 96 estudiantes de secundaria distribuidos en un grupo de experimentación y uno de control. Sung y Hwang (2013) encuentran, con su experiencia, que se mejora considerablemente la actitud positiva hacia la ciencia, así como la atención hacia las actividades de clase. Continuando en Asia, Ogawa y Shimizu (2015) desarrollan una propuesta curricular para estudiantes de educación básica en la que se promueve el trabajo en equipo para la resolución de problemas a partir de contenidos multimedia de diferentes formatos; con ello logran evidenciar –mediante encuestas estructuradas– la necesidad de generar contenidos mucho más específicos, orientados por los docentes.

Con la misma intención de promover experiencias de aula que inviten a otros docentes a participar de propuestas innovadoras desde la integración de TIC, Meroni, Copello y Paredes (2015) trabajan con 6 profesores uruguayos la posibilidad de enseñar “química en contexto” mediante el uso de situaciones de la vida cotidiana, en donde identifican la importancia de una reflexión profunda sobre el quehacer docente, el estatus del conocimiento científico y las relaciones CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medioambiente) bajo este modelo. También en Uruguay, pero desde la perspectiva del trabajo basado en *web*, con diseño de *wikis* (construcción colectiva de contenidos *web*) y participación en plataforma *Moodle*, Núñez, Míguez y Seoane (2016) abordan una experiencia con estudiantes de química y sus profesores, en el desarrollo de

un curso de química orgánica, en donde reconocen que para los estudiantes es un factor motivante, con diversos matices en el trabajo colaborativo, pero con una percepción desfavorable por parte de los profesores, quienes consideran que revisar los trabajos vía *web* es mucho más complicado que hacerlo de la manera tradicional. En la línea de la química innovadora, García Martínez, García Martínez, Andreo Martínez y Almela (2018) desarrollan una unidad didáctica en la que integran diferentes recursos TIC, para trabajar los conceptos de cambios químicos, cambios físicos, equidad de género y energías renovables, mediante un ambiente *web* justificado desde la "ciencia en la cocina", con estudiantes de secundaria.

Entender el potencial de una TIC requiere de una reflexión pedagógica y didáctica sobre lo que se persigue con su integración (Abella Peña y García Martínez, 2010). En Brasil, un grupo de 21 profesores decidió experimentar con el uso de *podcast* para enseñar sobre reacciones químicas a estudiantes de esta disciplina a nivel universitario, con quienes se desarrollaron las actividades propias del trabajo experimental descubriendo el potencial del *podcast* para enseñar y aprender, junto al desarrollo de otras habilidades como la planeación y trabajo en equipo. También los invitaron a la innovación de las prácticas tradicionales de enseñanza de la química (Silva Leite, 2016).

El uso de dispositivos digitales también fortalece la integración TIC en las clases; muestra de esto es el trabajo desarrollado por Pavla y Stepan (2016) en República Checa. Junto a estudiantes de primaria abordan las temáticas iniciales de ciencias mediante el desarrollo de portafolios digitales, en los que integran videos y audio digitales, fotografías, etiquetas inteligentes, mapas mentales e infografías con el uso de tabletas gráficas. Registran un alto nivel de motivación por parte de los estudiantes y un enriquecimiento general para el desarrollo de las clases.

Pero no solo es la motivación, generar mejora en los aprendizajes suele producir un aumento en los niveles de atención, como lo presenta Achuthan, Kolil y Diwakar (2018), quienes por medio de una plataforma que integraba visualizadores, simuladores y bases de datos, lograron que 90 estudiantes de último año de química mejoraran la comprensión de los conceptos asociados a simetría molecular, en comparación con el grupo de control.

Con la salvedad de que muchos otros trabajos con tanto o mayor impacto han sido generados en muchas otras partes del mundo, el panorama general de

lo encontrado bajo los criterios establecidos metodológicamente, permiten reconocer el estado actual de la incorporación e integración de TIC en las clases de química.

La elección apropiada

Uno de los principales problemas del distanciamiento entre el objetivo primordial del diseño de *software* educativo y el ambiente adecuado para el proceso de enseñanza aprendizaje, se ve reflejado en la mayor depuración en los aspectos técnicos del programa (programación, ambientación, sonidos, video, etc.) y la cantidad de información que emana del contenido y los objetivos didácticos (actividades de aula, mecanismos de seguimiento y evaluación, cambios conceptuales, metodológicos, actitudinales y axiológicos entre otros) (Gros Salvat, 2000; Abella Peña y García Martínez, 2010).

Emerge, de la lectura de los diferentes documentos consultados, la necesidad de considerar en la elección del *software* educativo prediseñado (diseñado por otros) la intención que el docente tiene en su incorporación, para lo cual se evidencian diferentes niveles de apropiación, desde aquellos en los que el docente sirve a manera de presentador de la herramienta a utilizar y toma distancia, hasta *software* en el que el docente puede incorporar sus propios ajustes haciéndolo más personal.

Además, considerando las conclusiones de los documentos analizados, debe tenerse en cuenta la manera en que el estudiante se relaciona con el programa. No puede dejarse de lado tanto las expectativas como las consecuencias que generan el empleo de cualquier herramienta informática en la educación en ciencias. El estudiante, como actor principal del proceso de enseñanza aprendizaje, es finalmente quien más se ve afectado por el inadecuado uso de dichas herramientas (Donnelly, McGarr y O'Reilly, 2011; Tan y Tan, 2017).

Cuando un programa es diseñado sin tener en cuenta los problemas de aprendizaje que tiene la ciencia, qué conceptos la fundamentan, qué perspectivas epistemológicas la explican y en qué contextos históricos se ha ido desarrollando, se corre el riesgo de convertir al computador en un mal transmisor de información (Abella Peña y García Martínez, 2010), más que en un apoyo en la tarea de facilitar el acercamiento a la ciencia.

El futuro del software educativo y su integración a la enseñanza de la química

Como se ha mencionado, es necesario recurrir a diversos tipos de programas al enseñar química; las metodologías evidenciadas recurren por separado a actividades que pueden orientarse dentro de una secuencia o unidad didáctica. Resulta fácil reconocer que para abordar una temática es necesario una consulta previa hacia los estudiantes donde se orienten los conceptos que van a ser tratados, lo que incluye una serie de actividades teórico-prácticas planificadas con anterioridad por el profesor, en miras de dar al estudiante herramientas suficientes para relacionarlas con las actividades en las cuales va a participar la TIC seleccionada. Luego de las actividades previas (sean las que el profesor considere necesarias), es aconsejable seleccionar los programas y aplicaciones que estén diseñados desde y para el tema a tratar, inicialmente programas tutoriales que contengan definiciones ilustrativas, las que pueden ser de tipo multi e hipermedial y servirían para la consulta y refuerzo de las actividades.

Posteriormente, es conveniente utilizar programas que modelicen los aspectos teóricos vistos, y a su vez permitan la incorporación de programas simuladores. Para la obtención de algunos datos experimentales, se le puede permitir al estudiante que manipule los valores que se utilizan en los simuladores, para que correlacione la información obtenida con sus probabilidades teóricas; es muy útil el uso de bases de datos y hojas de cálculo para contrastar estos antecedentes. Como actividades finales, es factible dejar vínculos a sitios de Internet que conlleven al estudiante a profundizar los temas vistos y le permitan relacionarlos con los demás temas a trabajar.

Este compacto ejemplo permite reconocer el cómo los diferentes tipos de programas se apoyan entre sí, pero el éxito de la intervención del *software* educativo depende en su gran mayoría de la correcta selección y uso por parte del profesor, el cual debe saber manejar apropiadamente los diferentes programas, para no desviar los objetivos propuestos desde un inicio. Puede parecer, entonces que el profesor que decide utilizar un *software* educativo en química, debe ser una especie de experto TIC, pero la verdad es que el programa solo permite visualizar conceptos teóricos que el docente debe manejar, para lo cual solo necesita tener la iniciativa de practicar con dichos programas.

Hasta aquí se puede notar que el uso de *software* educativo en química, requiere la apropiación de las diferentes herramientas por parte del profesorado, ya de

por sí es evidente la necesidad de incluirlo en el currículo de ciencias debido a las exigencias de la sociedad actual, que requiere personas capaces de manejar y competir con los avances tecnológicos. El uso de este tipo de plataformas, además de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje, cultivan una cultura de uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

Proyecciones y conclusiones

Los trabajos presentados en este capítulo ponen en evidencia que la motivación es un valor intrínseco de la incorporación de TIC a las clases de química; sin embargo, no puede quedarse en la mera "presentación" innovadora, requiere de una sólida formación de los profesores en el trabajo para y con TIC, donde se priorice el diseño de propuestas articuladas desde lo teórico, lo metodológico y lo práctico.

El diseño de la mayoría de TIC deja a la deriva o segmenta aspectos de la educación química que deben ser tratados simultáneamente; no se puede crear un programa que tenga alto contenido motivacional si carece de correctas bases teóricas y conceptuales, y tampoco es conveniente diseñar programas que manejan altos contenidos teóricos pero que no motivan al estudiante a utilizarlos o profundizarlos.

Por otro lado, para la inclusión de *software* educativo en las clases de química, debe reflexionarse sobre los aspectos que dificultan su aprendizaje, de qué manera se propone hoy en día tratarlos y cómo pueden ser superados por medio del uso del computador, para esto deben explorarse nuevas tipologías de programas que no han sido tratadas con suficiencia en la educación, como las plataformas de realidad virtual, inteligencia artificial y los videojuegos, que se perciben como otras alternativas útiles en el proceso de enseñanza y aprendizaje mediado por TIC.

La invitación final está dirigida hacia el desarrollo de propuestas de formación docente que permita reconocer no solo la usabilidad de las TIC, sino comprender el devenir epistémico de las TIC en la educación y su inevitable incorporación a las clases, cada vez menos tradicionales.

Referencias bibliográficas

Abella Peña, L. E. & García Martínez, A. (2010). *Videojuego de rol en red, alternativa para la enseñanza de la naturaleza discontinua de la materia.* Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional de Colombia.

Abella Peña, L. E.; Castelblanco Castro, J. L. & García Martínez, A. (2005). *La enseñanza y el aprendizaje de la naturaleza discontinua de la materia en estudiantes de secundaria. Diseño de una unidad didáctica computarizada basada en el uso del video juego.* Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Achuthan, K.; Kolil, V. K. & Diwakar, S. (2018). Using virtual laboratories in chemistry classrooms as interactive tools towards modifying alternate conceptions in molecular symmetry. *Education and Information Technologies*, 2499–2515.

Barreto Leite, A. C. & Barreto Leite, M. A. (2013). Implementing ICT in inorganic chemistry classes. *Enseñanza de Las Ciencias, Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 253–268.

Bennett, S.; Maton, K. & Kervin, L. (2008). The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence. *British Journal of Educational Technology, 39*(5), 775-786.

Chroustova, K.; Bilek, M. & Sorgo, A. (2017). Validation of Theoretical Constructs Toward Suitability of Educational Software for Chemistry Education: Differences Between Users and Nonusers. *Journal of Baltic Science Education*, 873–897.

Coca, D. M. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educacion XX1*, 215–235.

Daza Pérez, E. P.; Gras-Marti, A.; Gras-Velázquez, A.; Guevara, N. G.; Togasi, A. G.; Joyce, A. y otros. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación Química*, 320–329.

Donnelly, D.; McGarr, O. & O'Reilly, J. (2011). A framework for teachers' integration of ICT into their classroom practice. *Computers and Education*, 1469–1483.

Dori, Y. J.; Rodrigues, S. & Schanze, S. (2013). How to promote chemistry learning through the use of ict. En Y. J. Dori, S. Rodrigues, & S. Schanze, *Teaching Chemistry – A Studybook* (págs. 213–244). Rotterdam: SensePublisher.

García Martínez, N.; García Martínez, S.; Andreo Martínez, P. & Almela, L. (2018). Ciencia en la cocina. Una propuesta innovadora para enseñar Física y Química en educación secundaria. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 3*, 179–198.

García-Peñalvo, F. J. (2002). Software educativo: evolución y tendencias. *Aula: Revista de Pedagogía de La Universidad de Salamanca, 14*, 19–29.

Giordan, M. & Gois, J. (2009). Entornos virtuales de aprendizaje en química: una revisión de la literatura. *Educación Química, 20*(3), 301–313.

Gómez Crespo, M. A.; Cañas Cortazar, A. M.; Gutiérrez Julián, M. S. & Martín-Díaz, M. J. (2014). Ordenadores en el aula: ¿estamos preparados los profesores? *Enseñanza de Las Ciencias, 32*(2), 239–250.

Gros Salvat, B. (2000). *El ordenador invisible.* Barcelona: GEDISA.

Gros Salvat, B. (2000). La dimensión socioeducativa de los videojuegos. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*(12), 11-21.

Ješková, Z.; Kireš, M.; Ganajová, M. & Kimáková, K. (2011). Inquiry-based learning in science enhanced by digital technologies. *ICETA 2011 - 9th IEEE International Conference on Emerging ELearning Technologies and Applications, Proceedings*, 115-118.

Jiménez-Valverde, G. & Núñez-Cruz, E. (2009). Cooperación on line en entornos virtuales en la enseñanza de la química. *Educación Química, 20*(3), 314–319.

Krause, M.; Pietzner, V.; Dori, Y. J. & Eilks, I. (2017). Differences and developments in attitudes and self-efficacy of prospective chemistry teachers concerning the use of ICT in education. *Eurasia Journal of MathemaTIC, Science and Technology Education, 13*(8), 4405–4417.

Marques, G. P. (1995). *Software educativo "Guía de uso y metodología de diseño".* Barcelona: ESTEL.

Meroni, G.; Copello, M. I. & Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educacion Quimica, 26*(4), 275–280.

Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education, 21*(5), 509-523.

Núñez, I.; Míguez, M. & Seoane, G. (2016). Wikis en Moodle: la mirada de estudiantes y docentes. *Educacion Quimica, 27*(4), 257–263.

Ogawa, N. & Shimizu, A. (2015). Promotion of active learning at National Institute of Technology, Gifu College. *Procedia Computer Science,, 60*(1), 1186–1194.

Pavla, H. & Stepan, H. (2016). Tablet as a Tool for Creating Pupils ePortfolios in Science Subjects. *International Journal of Education and Information Technologies, 10*, 193–198.

Pietzner, V. (2014). Computer-based learning in chemistry classes. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 10*(4), 297–311.

Pietzner, V. (2014). Computer-based learning in chemistry classes. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 297-311.

Raviolo, A. (2011). Enseñanza de la química con la hoja de cálculo. *Educacion Quimica, 22*(4), 357–362.

Rodrigues, S. (2012). Using Simulations in Science: An Exploration of Pupil Behaviour. En R. Baxter, N. Hastings, A. Law, & E. J. Glass, *Issues and challenges in Sciene Education Research* (págs. 209-233). Dordrecht: Springer.

Rogers, L. & Twidle, J. (2013). A pedagogical framework for developing innovative science teachers with ICT. *Research in Science and Technological Education, 31*(3), 227-251.

Romero, M. & Quesada, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias ICT and meaningful science learning. *Enseñanza de Las Ciencias, 321*, 101–115.

Rosas Bravo, M. Y.; De Ita Cisneros, M. A. & González Vergara, E. (2009). De aulas visibles e invisibles y hasta inteligentes. *Educación Química, 20*(3), 330–337.

Sá Menezes, A. P.; Teixeira, A. F. & Kalhil, J. B. (2010). Windows Movie Maker Software in the Teaching of Chemistry: Report of an Experience | O software windows movie maker no ensino de química: Relato de experiência. *Educacion Quimica, 21*(2), 219–223.

Silva Leite, B. (2016). Podcasts in the Chemistry Teaching. *Orbital - The Electronic Journal of Chemistry, 8*(6), 341-351.

Solbes, J.; Fernández-Sánchez, J.; Domínguez-Sales, M. C.; Cantó, J. R. & Guisasola, J. (2018). Influence of teacher training and science education research in the teaching practice of science in-service teachers. *Enseñanza de Las Ciencias. Revista de Investigación y Experiencias Didácticas, 36*(1), 25-44.

Srivastava, S. (2012). A study of multimedia & its impact on students' attitude. *International Conference on Technology Enhanced Education, ICTEE 2012* (págs. 1-5). Kerala: IEEE.

Suduc, A. M.; Bîzoi, M.; Gorghiu, G. & Gorghiu, L. M. (2011). Information and communication technologies in science education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences, 15*(4), 1076–1080.

Sung, H. Y. & Hwang, G. J. (2013). A collaborative game-based learning approach to improving students' learning performance in science courses. *Computers & Education, 63*, 43–51.

Talanquer, V. (2009). De escuelas, docentes y TIC. *Educación Química, 20*(3), 345–350.

Tan, A. & Tan, S. C. (2017). Science Teachers ' Engagement with ICT in Singapore: Different Perspectives. En J.-C. Y. W. Chen (Ed.), *Proceedings of the 25th International Conference on Computers in Education* (págs. 937-945). New Zealand: Asia-Pacific Society for Computers in Education.

Vacca, A. M. (2011). Criterios para evaluar proyectos educativos de aula que incluyen al computador. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 4*(2), 37-54.

CAPÍTULO 8

MODELIZACIÓN EN CIENCIAS NATURALES MEDIANTE EL USO DE TIC-SIG PARA LA INCLUSIÓN EN EL AULA

Susana Abella P.

Contenido

- Resumen
- Introducción
  Propósitos de recorrer la dualidad: modelización/SIG
  Para la búsqueda
- Justificación teórica
  Enseñanza de las ciencias - modelización
  Modelización en TIC
  SIG en el contexto educativo
  TIC para el contexto de inclusión
  Modelizar en el aula, ¿produce impacto ambiental?
- Desarrollo del estado del arte
  Para llegar a las bases de datos
- Implicaciones para la práctica docente
  y la formación de nuevos investigadores/as en el área
- Proyecciones y conclusiones
- Referencias bibliográficas

Resumen

Son diversas las habilidades con las que debe contar un profesor de ciencias naturales para desarrollar sus prácticas de manera actual, contextualizada y con material que sea inclusivo para potenciar las diferentes formas de aprender que tienen los estudiantes; de allí que conocer y hacer uso de las **Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)**, agita desde distintos enfoques la identidad del profesor para replantear el diseño didáctico de sus clases teórico-prácticas, del currículo e incluso del significado de enseñar ciencias.

Desde lo metodológico, una manera de extender puentes motivacionales acordes a las necesidades didácticas en biología, es la modelización (Schwarz *et al.*, 2009), que junto con la implementación de TIC generan valiosas configuraciones para que los estudiantes comprendan la ciencia al dotarla de significado, como cuando utilizan recursos digitales que muestren realidades –para este caso–, realidades ambientales, por lo que se incluye el concepto de **Sistemas de Información Geográfica (SIG)** como las herramientas que favorecen dichos procesos por ser potentes promotores de georreferenciación para la apropiación del territorio. Pero, ¿qué tanto se trabajan los SIG y la modelización en ciencias naturales? Por lo anterior, es necesario que se desarrolle una revisión dentro de la modalidad documental, desde el estado del arte, sobre modelización con implementación de TIC-SIG durante los últimos 10 años en las bases de datos, Scopus, ERIC, Science Direct y Google Scholar, para la enseñanza de las ciencias, principalmente de conceptos de la biología desde lo ambiental, fortaleciendo una perspectiva que enriquezca las prácticas docentes.

Introducción

Ya es bien sabido que el aprendizaje de las ciencias naturales debe servir para la práctica, comprendiendo práctica como los recursos sociales e históricos, como marco de referencia y como compromiso en la acción (Wenger, 2001), para formar sujetos críticos que propendan a reconocer y mejorar su entorno; pero ello no se alcanza en tanto no se comprende que se es parte del territorio, y desde las prácticas docentes se identifica que los estudiantes presentan dificultades para georreferenciar el lugar donde viven, así como los ecosistemas y situaciones ambientales de su barrio, ciudad y país.

La modelización en ciencias con el apoyo de *softwares* en SIG, desempeña un papel importante como herramienta motivadora. Esta idea es apoyada por

autores como (Rød, 2010) y (Longley, 2005) en tanto que permite a los estudiantes, mediante el uso de mapas geográficos, identificar problemáticas reales que desde el conocimiento científico se pueden intervenir para dar solución, pero tras los resultados obtenidos en las búsquedas sobre la articulación de los SIG para la escuela, se observa que éste es un campo aún poco explorado para la educación primaria y básica, sobre todo en Latinoamérica; por ello surge el interés en hacer un recorrido por algunas bases de datos para examinar este terreno y motivar a los docentes a incluir modelización con herramientas digitales en las aulas de ciencias.

A todos nos compete lo que ocurre con nuestro territorio, independientemente del lugar de procedencia, de la cultura o la creencia, pues comprender que se ocupan ciertas coordenadas en el planeta nos hace responsables de los actos positivos o negativos con lo que nos rodea; de manera que recurrir a herramientas digitales como los *softwares* de SIG da sentido de pertenencia, en primera instancia al docente, quien debe proponerse revisiones de su micro currículo, incluso siguiendo algunas de las propuestas que se mencionan más adelante como parte de la revisión de este trabajo.

Propósitos de recorrer la dualidad: modelización/SIG

Esta propuesta nace de la necesidad de suscitar en los estudiantes sentido de pertenencia con el ambiente para que temáticas relacionadas con recursos naturales renovables y no renovables, características del suelo, ecosistemas, relaciones intra e interespecíficas y otros tantos conceptos que hacen parte del currículo de ciencias naturales –para Colombia–, trasciendan a las acciones diarias. Sin embargo, los estudiantes –y muchas veces los mismos profesores– no reflexionan sobre ello por no tener una mirada cercana a los cientos de problemas que el humano genera en distintas escalas; y, por ello, modelizar estos problemas reales, sobre mapas reales tiende a desarrollar otro tipo de miradas más contextualizadas.

Usar SIG es un tema de actualidad, y de acuerdo a lo revisado en las publicaciones que hace ESRI (Environmental Systems Research Institute), no se traslada esta herramienta a la escuela por el temor de los docentes ante el desconocimiento ocasionado por la falta de actualización en el manejo de *software* o plataformas tecnológicas; esto los resta del uso de metodologías de innovación en la enseñanza, pues se debe comprender que también es un proceso sintomático del cambio de las comunidades de aprendizaje y su difusión como una tecnología

que se hizo parte de la cultura de la sociedad y la economía de la información. (Arenas Martija, 2013). Los mapas o sistemas de georreferenciación son poco usados, a nivel escolar en espacios académicos distintos a la geografía, a pesar de ser potentes promotores de apropiación del territorio y reconocimiento del mismo para llegar a la enseñanza aprendizaje de una ciencia aplicada en escenarios reales; no obstante, en las universidades los SIG son utilizados desde diferentes áreas del conocimiento como ingeniería civil, ambiental y de sistemas por los satélites, geología, antropología y otras.

Para la búsqueda

Una vez destacadas las bondades de llevar los SIG a las clases de ciencias, se construye un tesauro con términos claves que se seleccionan y jerarquizan en categorías que relacionen la enseñanza de las ciencias con inclusión de herramientas digitales; luego, ya propiamente desde la modelización y para no expandir las TIC a todas sus posibilidades, se delimita en los SIG para tratar temas concernientes a las ciencias naturales, pero haciendo ahínco en la biología. Algunos términos requieren de una búsqueda de equivalencia, puesto que hay diferentes maneras de llamar un mismo término (por ejemplo modelización en inglés puede hallarse como “modelling” o “modeling”), no solo por sinónimos sino por las construcciones epistemológicas que en diferentes países dan denominaciones distintas, pero que por ello no deben quedar fuera de las búsquedas.

El siguiente momento es la búsqueda en las bases de datos, que son seleccionadas de acuerdo a las que provee la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y que cuentan con publicaciones en el campo de la educación a nivel nacional e internacional como Scopus, ERIC, Science Direct y adicionalmente Google Scholar. A las dos últimas se recurre también bajo el criterio de búsqueda en español para reconocer lo que se trabaja en el campo SIG-modelización.

Los documentos son seleccionados una vez que se ha revisado el título y el resumen, para así llevarlos a la ficha organizadora de referencias en formato Excel, tomada del Grupo de Investigación en Educación en Ciencias Experimentales (GREECE). La ficha en mención permite revisar fácilmente el DOI, revista, año, autores, línea de investigación, resumen y aportes personales que se identifican para el estudio en cuestión y así contar con criterios de rigurosidad para la escritura. Se enfatiza en la metodología, por los pocos resultados ante la búsqueda relacional entre SIG-modelización-biología escolar. El resumen de lo anterior se muestra en la Figura 1.

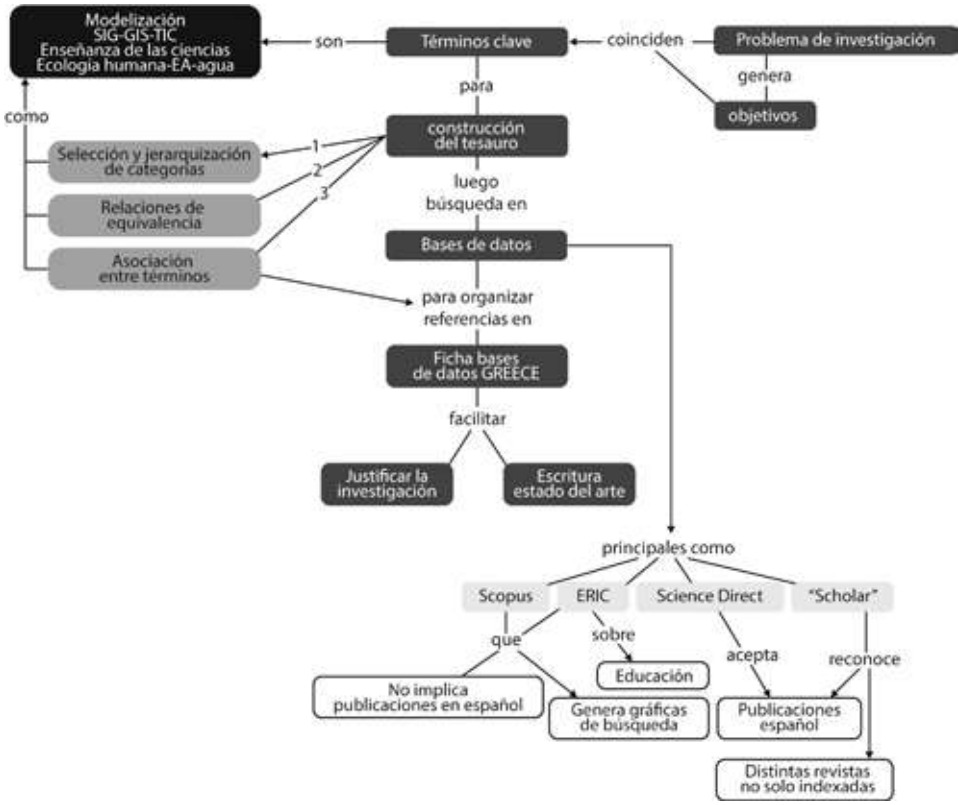

Figura 1. Metodología para estado del arte

Justificación teórica

Determinar la importancia de la *modelización* para la enseñanza de las ciencias y relacionarla con las *TIC* conlleva una revisión teórica desde estos dos aspectos, con un pequeño –pero importante– recorrido que apunta a destacar posturas y autores que consolidan el propio enfoque, como se presenta a continuación.

Enseñanza de las ciencias - modelización

Desde la didáctica de las ciencias se recurre a la modelización para identificar las representaciones que tienen los estudiantes frente a alguna cuestión científica o la manera como se estructuran cognoscitivamente según sus experiencias de vida, lo que autores como Rosalind Driver (Driver, 1987) denomina ideas previas. Es la modelización, entonces, un medio para superar obstáculos de aprendizaje que pueden estar relacionados con aspectos epistemológicos tanto

del profesor como de los estudiantes; por ello, partir de sus representaciones permite proponer y modificar unidades didácticas que favorezcan procesos de enseñanza-aprendizaje hacia la complejización del pensamiento.

Algunas alternativas para la modelización (Acher, 2014) parten del hecho de involucrar a los estudiantes en esas prácticas de representación, de manera que no sean modelos presentados únicamente desde la mirada del docente, sino que también desde la de los estudiantes, quienes, al establecer sus propuestas (en este caso de cuestiones ambientales) analizan de forma tangencial situaciones socioeconómicas, políticas y culturales para desarrollar interpretación fenomenológica.

Dentro de los autores que han trabajado el concepto de modelización para las ciencias naturales están, por un lado, (Duschl, Ellenbogen y Erduran 1999) quienes mencionan su relevancia para la construcción del discurso y la argumentación científica desde las componentes teórica, lógica, retórica y pragmática, pues la modelización lleva consigo el desarrollo de habilidades lingüísticas. En cuanto a la componente teórica, dicen los autores que –siguiendo a Giere (1988)– es importante para llegar a promover procesos explicativos en ciencias, la componente lógica, que deriva en razonamientos deductivos, abductivos, causales, funcionales y transductivos; la componente retórica, que se logra cuando hay voluntad de persuadir al interlocutor; y la componente pragmática, en la que el estudiante dota de sentido sus aprendizajes. Si bien es una mirada de hace casi 20 años continúa siendo vigente.

Otros autores (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001), refieren la palabra modelo como el pilar metateórico para las ciencias naturales, porque parte de la psicología y la ciencia cognitiva para apropiarse de diferentes aspectos de la realidad, desde aspectos representacionales y lingüísticos para llegar a hablar del surgimiento del modelo del sentido común, que es el que se espera desarrollar en los estudiantes, sin restar que deben conocer los modelos eruditos que son de segundo orden por pertenecer a momentos históricos de la ciencia con posturas tendientes al positivismo.

Es de destacar que la modelización gestiona el llevar el pensamiento abstracto al complejo (Izquierdo Aymerich *et al.*, 2002), pues para que se den procesos de educación científica el docente debe estar actualizado y seleccionar adecuadamente las actividades a trabajar en aras de promover procesos argumentativos y así dar herramientas para que sus estudiantes tengan qué decir

y qué hacer con lo que se aprende en ciencias. Es mucho lo que se ha escrito sobre modelización científica, y entre los documentos más citados se encuentra una postura acorde con la de Izquierdo (2002), en donde se postula abarcar la dimensión del meta-conocimiento partiendo de tres tipos de modelos que son, los diagramas, las simulaciones y los modelos con materiales como herramientas sensoriales, que facilitan en los estudiantes la construcción de explicaciones y así reconocen que han aprendido, pero nunca ver el conocimiento como algo acabado (Schwarz *et al.*, 2009). Se han propuesto diferentes momentos metodológicos para el desarrollo de estrategias de modelización que incluyen construir, usar, evaluar y revisar modelos, ya que son éstas precisamente las herramientas para fortalecer el razonamiento de los estudiantes alrededor de ideas científicas (Schwarz, 2009).

Modelización en TIC

Modelizar, en consecuencia, es un acto necesario dentro de la didáctica, que se puede mediar con las TIC por ser herramientas que cambian la forma de elaborar modelos (Alba, Bautista, Nafría, y Graells, 1999) y es una idea que se ha venido fortaleciendo con los avances apresurados que experimenta la tecnología; porque, efectivamente, implementar las TIC debe apuntar a la reorganización de los contenidos para promover aprendizajes, pero para ello el docente debe estar en la capacidad de diseñar y usar los recursos tecnológicos acorde con las necesidades educativas, con los contextos e incluso con la posibilidad de acceder a equipos con características básicas para facilitar la aprehensión de docentes y estudiantes (Vidal, 2006).

El uso de las TIC para el aprendizaje de los alumnos reúne diversas características de orden teórico que el docente debe saber llevar al aula para promover procesos de aprendizaje, a través de la participación, trabajo en equipo y resolución de problemas, entre otros, pues no se trata de usar recursos tecnológicos y pensar que por ello ya ese está haciendo uso de la tecnología (Moreira, 2008), sino que se trata de que estos espacios inviten a las habilidades cognitivo-lingüísticas a mediar para el trabajo en equipo y la exposición de ideas a través de explicaciones desde las nuevas perspectivas que puede generar el uso de herramientas tecnológicas, entre las que también se llega a considerar los videojuegos, las plataformas, los simuladores, los videos y otras que, dando direccionamiento didáctico, favorecen los aprendizajes y la motivación (Abella, 2015).

SIG en el contexto educativo

Diferentes expertos de las ramas del conocimiento, como geógrafos, astrónomos, psicólogos y educadores, han considerado que el pensamiento espacial contribuye al desarrollo de varias habilidades, no solamente de ubicación sino de razonamiento y resolución de problemas y que por ello debería trabajarse desde los primeros niveles escolares (Barnett, 2014). Para los expertos en SIG, entre lo que mayormente se potencia está "la naturaleza del espacio, los métodos de representación de la información espacial y los procesos de razonamiento espacial", según el Comité de Apoyo al Pensamiento Espacial (Waugh, Sagar, y Cossee, 1999). El uso del componente geográfico está presente en la cotidianidad y de allí su importancia para llevarlo a los espacios académicos escolares, pues si se trata de aprender cosas que sean relevantes en la vida diaria se debe tener en cuenta que las actividades cotidianas requieren de razonamiento espacial, por ejemplo cuando se debe tomar transporte, planificar un viaje, verificar con aplicaciones el mejor camino para llegar a un destino e incluso reconocer geográficamente lugares por noticias destacadas. Así entonces, saber georreferenciar es importante porque cada lugar en el mundo tiene una posición y esto complejiza los procesos de análisis (Boix y Olivella, 2007).

Si bien el uso de herramientas SIG no tiene alta difusión en la educación, como sí ocurre a nivel industrial o empresarial, se debe repensar el porqué de forma aislada se habla en las escuelas de enseñar SIG pero no de enseñar con los SIG. Por lo menos en Estados Unidos, muchas de las escuelas que cuentan con paquetes de SIG no los implementan y si lo hacen es esporádico para la enseñanza de la geografía (Kerski, 2003). En Latinoamérica se encuentra consolidado a nivel de educación superior, y para las escuelas existen empresas que realizan convenios como el caso de Esri (Environmental Systems Research Institute), que primero se dedicaba solo a consultorías pero posteriormente desarrolla y comercializa diferentes *softwares* dando capacitación en distintos niveles; ahora incluso ofrece a nivel mundial el programa "Geomentores" que brinda talleres, softwares y actividades con material lúdico para reconocer diversos temas mediante mapas, que en este caso, por el interés desde las ciencias naturales, representan ecosistemas y distribución de especies. Para el caso particular de Colombia, se conoce que dicho programa tiene convenio con la Secretaría de Educación Distrital (SED) y también con colegios privados, en donde instalando *software* de forma gratuita como una red para usar y diseñar diferentes mapas, se pueden llevar las clases de forma interdisciplinaria. Es lamentable reconocer que un obstáculo es la falta de acceso a internet y a salas de sistemas, puesto que

son escasas y reservadas para espacios académicos de informática o tecnología, siendo casi imposible articular con otras áreas.

Como ya se ha mencionado los SIG se han venido fortaleciendo en la educación superior en otros países, y hasta hace un par de años se está procurando llevar *software* libre a las escuelas primarias y secundarias, pues todo parte desde la iniciativa del profesor por procurarse mejores herramientas para sus diseños didácticos; es así como los servicios de Google maps y Google earth facilitan el acceso a la información georreferenciada, algo que no ocurría hasta hace algunos años, ya que era privilegio de quienes estudiaban áreas cercanas a los SIG, de manera que esta accesibilidad contextualiza a los jóvenes hacia distintas problemáticas sociales y ambientales evidenciables mediante el uso de datos de ubicación geográfica (Barnett, Vaughn, Strauss, y Cotter, 2011).

TIC para el contexto de inclusión

Al reconocer las publicaciones como las de Sensevy, Tiberghien, Santini, Laubé, y Griggs, (2008) y Domènech-Casal, (2015) que relacionan SIG con modelización para la enseñanza de las ciencias entre 2008 y 2018, se puede afirmar que para el contexto de Latinoamérica apremia incluir los conceptos de referencias geográficas en las escuelas, porque se prevé la apropiación de lo local a lo global en cuanto al territorio y también a la diversidad cultural, étnica y natural que se extiende por la región. Por otra parte, el uso de TIC con diferentes herramientas tecnológicas da la posibilidad de contener elementos de accesibilidad para incluir poblaciones con diferentes necesidades educativas al recurrir al audio, sistema "*closed caption*", lectores de pantalla (como *Jaws* para personas ciegas), entre otros, para que todos y todas tengan acceso a la información. La mejor manera de batallar en contra de la inequidad social es desde la didáctica y con la innovación curricular, para enseñar una ciencia que responda a las necesidades de los sujetos y que permita aproximar los unos a los otros en pro de fortalecer procesos de inclusión (García Martínez *et al*., 2018).

Modelizar en el aula, ¿produce impacto ambiental?

Tras la revisión bibliográfica, muchos de los documentos encontrados también recurren a la modelización como actividad, en la cual los estudiantes modelan conceptos o situaciones de ciencia con maquetas y diseños de distintas escalas (Felipe, 2005), pero luego de darle uso didáctico y propiciar explicaciones y aclaraciones entre docente-estudiante dichos modelos van a parar a la basura,

yendo en contra de algunas nociones básicas de las mismas ciencias naturales al ser conscientes de la huella ambiental, pues se debe tratar de que las distintas actividades de la escuela y casa se encaminen a reducir esta huella.

Por lo anterior, es necesario que en las normas que pre-establezca el docente al solicitar modelos a sus estudiantes, se debe mencionar que lo ideal es dar uso a materiales reciclables o biodegradables para no causar impacto en el ambiente, de manera que a modo de sugerencia para los profesores que se vean motivados a trabajar desde la modelización se recomienda que estimulen a sus estudiantes a reutilizar; pero como ello no siempre ocurre, resultan –una vez más– volviéndose aliados la tecnología y las plataformas digitales para modelizar.

Desarrollo del estado del arte

Retomando el por qué desarrollar un estado del arte sobre modelización en ciencias naturales mediante el uso de TIC-SIG, cabe mencionar que se parte de motivar a otros docentes y generar propuestas propias sobre el desarrollo de habilidades espaciales-geográficas que promuevan en los estudiantes el reconocimiento del entorno desde los recursos y las problemáticas ambientales para que desde la modelización generen explicaciones.

Para ello se construye un tesauro, entendiendo tesauro como: el vocabulario controlado y dinámico de términos relacionados semántica y jerárquicamente, que se aplica a un campo específico de conocimiento (Martínez y Alvite, 2014), en este caso integrando los aspectos principales ya mencionados. Es por lo anterior que la selección de términos iniciales se efectúa sin el uso de *softwares* semánticos, ya que las relaciones de equivalencia y jerarquía surgen a partir de búsquedas en las áreas de conocimiento de modelización, TIC, SIG para enseñanza de las ciencias.

Para llegar a las bases de datos

Tesauro y relaciones de equivalencia: Con el vocabulario seleccionado se crean búsquedas en las bases de datos *SCOPUS, Science direct, Google scholar* y *ERIC* las cuales permiten que emerjan algunas combinaciones relacionales con las categorías iniciales.

- Modelización, ciencias/enseñanza de las ciencias
  - Modelización-biología

- Modelización-ecología
- Modelización-ambiental

- Las TIC en la enseñanza de las ciencias
  - SIG-didáctica (luego, para ciencias)
  - Software-GIS-didáctica (luego, para ciencias)
  - Información georreferenciada - enseñanza ciencias

Asociación entre términos: Se relacionan los términos para delimitar las búsquedas que luego originarán los insumos para la construcción del estado del arte. Cabe mencionar que se omiten los conectores y se usan algunos *booleanos* (operadores de búsqueda) que simplifican interconexiones entre frases, en las diferentes bases de datos se usan las comillas para que el operador reduzca los resultados a esa palabra exacta. El orden del uso de las bases de datos fue Scopus, ERIC, ScienceDirect y Google scholar. Tras diversas búsquedas pocos eran los resultados para modelización-SIG, por lo que se amplió el campo de búsqueda a Enseñanza de las ciencias-TIC de una forma más general para luego delimitar a Modelización-SIG, pues este último concepto no suele encontrarse como un campo derivado de las TIC sino como un constructo propio, pero dentro del campo de la enseñanza en ciencias aún se amplía a TIC para considerar diversos artefactos tecnológicos.

Una característica de las diferentes bases de datos es que puede remitir a documentos que no están libres para su descarga, pero una manera de lograrlo es con la comunicación directa con los autores a través de sus correos electrónicos que suelen aparecer en los resúmenes o en la información general de la publicación, quienes en su mayoría –para este caso– al escribirles han contribuido sin inconveniente compartiendo la información solicitada.

▪ Sobre la búsqueda SCOPUS

Esta base de datos ofrece una navegación inicial gratuita, que facilita acceder a los autores y resúmenes de las publicaciones en inglés de varias revistas indexadas; empero, para ver o descargar la mayoría de estos documentos completos se debe contar con inscripciones que restringen el acceso a la información. Una ventaja de *Scopus* es la generación de gráficas que dan cuenta de las publicaciones en el tema por año, por campo del conocimiento, por autor, por país e incluso por tipo de documento, consolidando tendencias a nivel internacional.

A continuación se presentarán algunos de los resultados de las búsquedas que han contribuido a destacar publicaciones en el campo de los SIG y la modelización para la enseñanza de las ciencias.

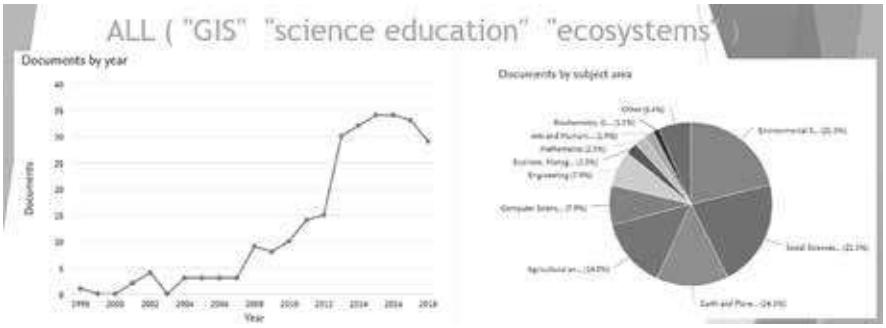

Figura 2. Scopus: “GIS” “science education” “ecosystems”. Documentos por área-año.

Al hacer la búsqueda de Sistemas de Información Geográfica (GIS en inglés), con *Science education,* se exponen resultados sobre todo a nivel universitario para campos que requieren de la georreferenciación, y por ello se agrega “*ecosystems*” para reducir la exploración a la relación con ecosistemas que son temas cercanos a la biología; sin embargo, de acuerdo a la gráfica se evidencia que las áreas con mayores resultados son las de ciencia ambiental y ciencias sociales, considerando que el campo de la educación tiene cabida en las ciencias sociales. Por la actualidad del tema, se observa en la gráfica de documentos por año, que ha tenido una creciente significativa desde el año 2012, pero, como se ha mencionado en varias oportunidades, no ocurre para la enseñanza escolar. Con esta misma búsqueda la mayoría de resultados son artículos con un 66.3%, de los cuales un alto porcentaje estaba dentro de las ciencias ambientales y por ello se redujo nuevamente la búsqueda.

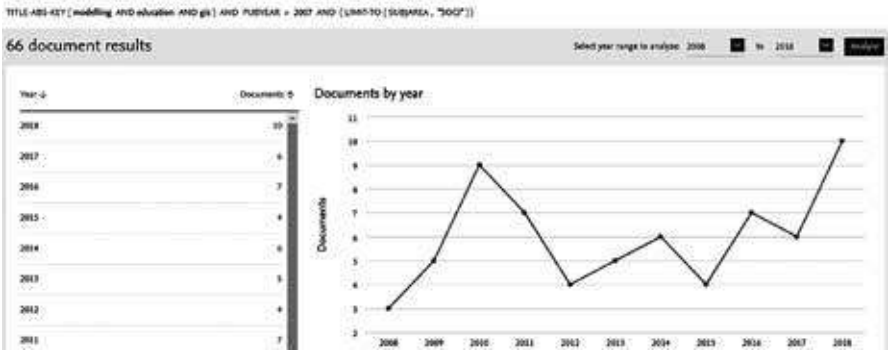

Figura 3. Scopus (Modelling, education, GIS). Por año.

Con base en el tesauro se elabora una búsqueda restringiéndola al área de ciencias sociales, entre el año 2007 a la actualidad, y arroja 66 resultados. Ocurre que la palabra “modelización” para búsquedas en inglés aplica como “*modeling*” y también como “*modelling*”, y si bien no se encuentra una diferencia significativa en la traducción, la combinación señalada arroja resultados relacionados con el objetivo. En el 2010 se elevan las publicaciones, aunque no son muchas, lo que ocurre por novedad de usar SIG.

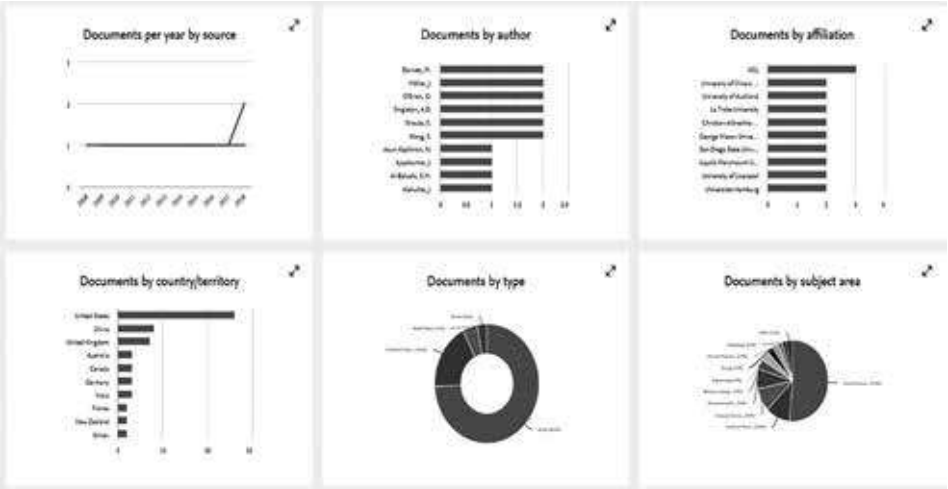

Figura 4. Scopus (Modelling, education,GIS). Datos completos.

De la gráfica anterior se hace significativo retomar los apellidos de los autores principales, quienes en acierto coinciden con sus publicaciones para contribuir con esta propuesta. El índice de los países se puede ver de dos maneras, una es que efectivamente son los países desarrollados los que mayormente incluyen SIG en la educación, y la otra, en base al idioma, quienes más posibilidades tienen de publicar en revistas son los autores de habla inglesa. Como se ha reducido la búsqueda a ciencias sociales, se procede a leer los artículos relacionados con modelización, SIG y educación, porque no todos mencionan la modelización.

Algunos de los documentos que aportan para esta revisión son presentados en la siguiente tabla.

Titulo	Referencia	Aportes
"You know you can do this, right?": Developing geospatial technological pedagogical content knowledge and enhancing teachers' cartographic practices with socio-environmental science investigations	(Hammond *et al*., 2018) we have developed and implemented a geospatial curriculum approach to promote teachers' professional growth with curriculum-linked professional development (PD	Este trabajo destaca la formación de profesores en GIS desde la perspectiva PCK, encontrando entre los resultados que la principal razón por la que no hacen uso de esta herramienta es el desconocimiento. A través de la formación docente quedan iniciativas para llevar SIG al aula con problemas socio-científicos en las comunidades cercanas.
An epistemological approach to modeling: Cases studies and implications for science teaching	(Sensevy, Tiberghien, Santini, Laubé y Griggs, 2008)	Esta investigación se desarrolla desde la modelización para desarrollo de las habilidades de pensamiento con el uso de la fábula. Se rescatan los resultados al lograr que los estudiantes usen los modelos para desarrollar elementos de la comunicación. Su perspectiva de modelizar se destaca en la cita de Kant, "una posición delante de la mente, una palabra que incluye imágenes así como pensamientos más abstractos".
Una secuencia didáctica de modelización, indagación y creación del conocimiento científico en torno a la deriva continental y la tectónica de placas	(Domènech-Casal, 2015)	Se utiliza la modelización como actividad para representar la teoría de la tectónica de placas. El artículo describe cómo a partir de videos y preguntas de los estudiantes, ellos mismos modelizan un planeta imaginario dando cuenta de los movimientos tectónicos y los cambios que pueden ocurrir a partir de análisis científicos.

The implementation and effectiveness of geographic information systems technology and methods in secondary education	(Kerski, 2003)	Destacan la importancia de implementar SIG en la escuela, y para ello realizan una encuesta a 1.520 establecimientos secundarios que poseen *software* GIS y diverso material que identificaron no se usa. Luego, tres de esas escuelas se prestaron para realizar una intervención, enseñando y usando SIG para temas de geografía.
Effect of GIS Learning on Spatial Thinking	(Waugh *et al.*, 1999)	Esta propuesta se lleva a la educación superior al sustentar la idea –desde varios profesionales de distintas áreas–, de que el uso de SIG desarrolla el pensamiento espacial. Para ello intervienen un grupo de 80 estudiantes con pruebas pre y post a un curso de SIG, encontrando que el desarrollo de estas habilidades es significativo en todo el grupo.
Early education for spatial intelligence: Why, what, and how	(Newcombe y Frick, 2010)	Esta revisión es más de índole teórica para demostrar, desde la psicología y con principios Piagetianos, cómo incorporar SIG en el currículo de la educación temprana e incluso desde casa, desarrolla inteligencia espacial necesaria para el día a día.
Urban environmental education: Leveraging technology and ecology to engage students in studying the environment	(Barnett *et al.*, 2011)	Esta propuesta se enfoca en la ecología urbana y se trabaja a través de un curso intensivo de verano, lo que lo cataloga como educación no formal pero que desarrolla varios aspectos interesantes desde lo socioambiental, SIG y educación. Mediante un *software* los estudiantes analizan el impacto del ruido urbano en el canto de las aves. La intervención tiene varios momentos dentro de los que se destaca que las actividades mejoran procesos investigativos relacionados con ciencias y se desempeñan con motivación y compromiso de forma más autónoma.

Tabla 1. Búsqueda de documentos a través de Scopus.

- Sobre la búsqueda ERIC

Figura 5. ERIC (Science Education-GIS).

Por ser *ERIC* una base de datos especializada en educación para el mundo, se esperaba encontrar más referencias sobre la implementación de SIG en la enseñanza secundaria, pero lo documentos al respecto se enfocan mayormente en la innovación curricular. La Figura 5 da cuenta del rango de años en que se hace la búsqueda, con solamente 7 resultados para educación secundaria y 7 para métodos de enseñanza de los cuales realmente se trastocaban con modelización o ciencias. Cinco documentos, de los más relevantes, están en la Tabla 2.

Titulo	Referencia	Aportes
"A concept-map integrated dynamic assessment system for improving ecology observation competences in mobile learning activities"	(Graças *et al.*, 2012)	Se centra en El Sistema de Evaluación Dinámica Integrada de Mapa Conceptual (CIDAS), como lo denominan los autores, y su mayor aporte es el diseño de la evaluación de Competencia de Observación Ecológica Computarizada, para que con la organización y jerarquización de ideas se promuevan aprendizajes sobre conceptos relacionados con la ecología y el cuidado ambiental, a pesar de que no hacen uso de SIG pero sí de TIC.

Teaching Practical Science Online Using GIS: A Cautionary Tale of Coping Strategies	(Argles, 2017)	Se retoma este estudio porque muestra las virtudes de trabajar las TIC desde los SIG, de manera alternativa a distancia en educación superior; eventualmente desarrollan sesiones a distancia que no necesariamente deben ser sincrónicas.
A Time-Sensitive Framework for Including Geographic Information Systems (GIS) in Professional Development Activities for Classroom Teachers	(Millsaps y Harrington, 2017)	Tras reflexiones y propuestas para implementar SIG, acceden profesores de geografía, historia, estudios sociales, ciencias, agricultura, religión y matemáticas. Se trabaja durante 6 años con 580 educadores mostrando la versatilidad de SIG, independientemente del área de conocimiento y la población estudiantil.
Integration of Geospatial Science in Teacher Education	(Hauselt y Helzer, 2012)	Una universidad que forma educadores capacita a sus maestros en formación sobre SIG y modifica el currículo buscando que estos, a su vez, se dirijan a escuelas para incluir SIG en los currículos de forma transversal.
Using a Web GIS Plate Tectonics Simulation to Promote Geospatial Thinking	(Bodzin, Anastasio, Sharif, y Rutzmoser, 2016)	Trabajan con estudiantes universitarios para que mediante Web GIS diseñen una simulación de las placas tectónicas, retomando datos geológicos y geofísicos. Concluyen que el uso y modelado con GIS por parte de los estudiantes, desarrolla competencias de pensamiento geoespacial diferente a cuando solo usan material ya diseñado. Si bien no hablan desde modelización, entendida desde la didáctica, se puede encontrar relación implícita.

Tabla 2. Búsqueda de documentos a través de ERIC.

- Sobre la búsqueda ScienceDirect

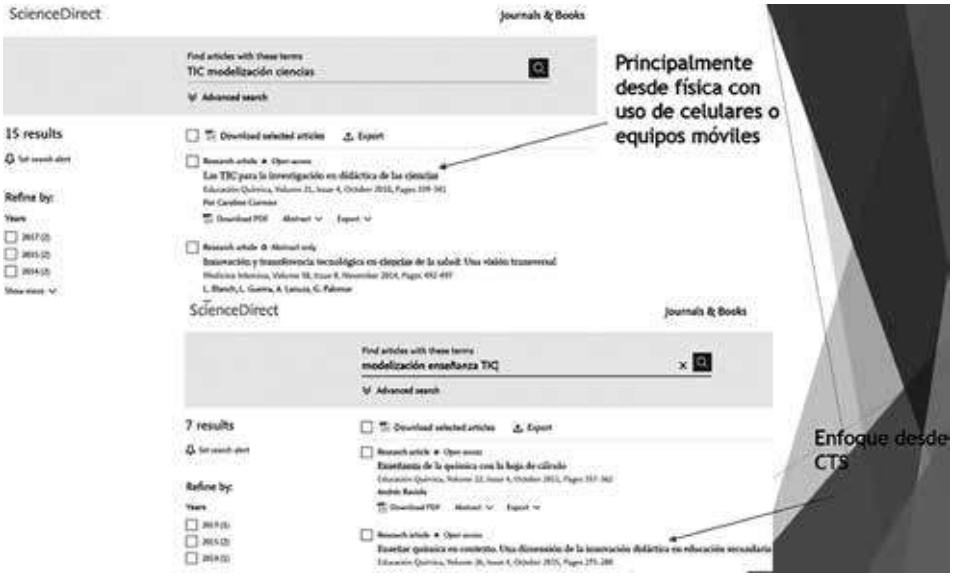

Figura 6. ScienceDirect TIC-Modelización ciencias.

La base de datos *ScienceDirect* es consultada en primera instancia por contener publicaciones en español, pero en la delimitación al campo de la enseñanza de las ciencias la mayoría de documentos son trabajados desde la física con TIC lo que desvía la búsqueda. Luego se hace la combinación modelización-TIC, puesto que no hubo resultados al combinar con GIS. La mayoría de las publicaciones que arroja también aparecen desde la búsqueda en Scholar –o Google académico– permitiendo acceder de forma gratuita a la mayoría de ellos, por ende la Tabla 3 fusiona las búsquedas de estas dos bases de datos.

- Sobre la búsqueda Scholar

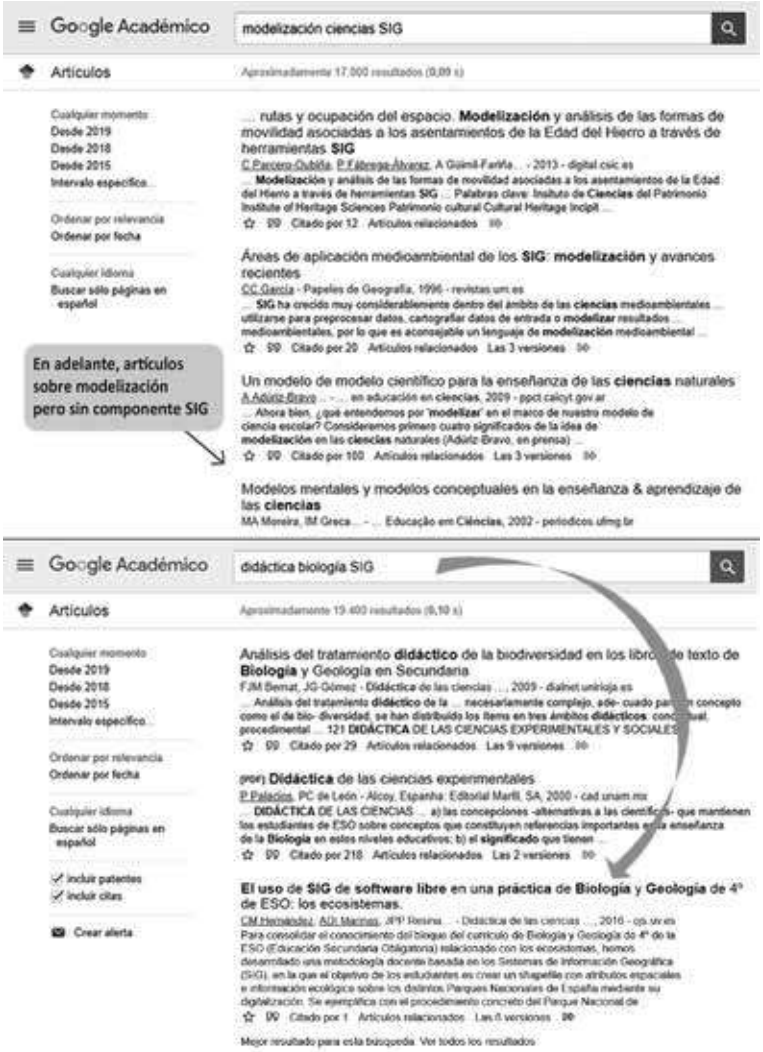

Figura 7. Scholar, modelización ciencias, didáctica biología - SIG.

En *Scholar* (Google académico) se busca la dualidad modelización ciencias-SIG, con bajos resultados en cuanto a SIG, puesto que la modelización en países de habla hispana sí es muy popular desde distintos enfoques epistemológicos. En la búsqueda con didáctica de la biología y SIG, aparecen publicaciones relacionadas en primera instancia con la geografía, como ocurría en Scopus y en la mayoría de búsquedas, pues la mayoría se direcciona allí o a la distribución de ecosistemas-especies.

Titulo	Referencia	Aportes
Integrative Biological Chemistry Program Includes the Use of Informatics Tools, GIS and SAS Software Applications	(Souza *et al.*, 2015)	En el colegio Wesley, que es privado, desarrollan un curso inicial de SIG que luego exige más niveles de profundidad para que los estudiantes, desde la biología y química, accedan a datos georreferenciados para estudiar la disparidad en acceso a salud y la relación con la obesidad en éste, un sector vulnerable. Se encuentra, al revisar el documento que los SIG tienen varias alternativas de uso desde las ciencias naturales.
Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicados a la educación. El proyecto PESIG (Portal Educativo en SIG).	(Boix y Olivella, 2007)	Diseñan y aplican una propuesta didáctica que toma los SIG desde las TIC para la educación científica, desde biología, encontrando en los resultados que mejoran las competencias y habilidades comunicativas para la ciencia en la vida. Este trabajo se destaca porque cuenta con la mayoría de elementos que se espera encontrar al hacer la revisión para el presente estado del arte.
Utilización de los SIG como recurso para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra	(Gonzales, Calonge, y Vehí, 2012)	Usan una estrategia didáctica para llevar SIG como complemento al aprendizaje de la Geología y de Ciencias de la Tierra en estudiantes de bachillerato. Resaltan la facilidad de acceder de forma gratuita a plataformas como Google maps y la adaptabilidad de esta propuesta para el currículo de otros cursos.
Los sistemas de información geográfica como recurso didáctico en la enseñanza de la biología y geología en secundaria	(García Cuadrado, 2012)	Esta propuesta relaciona los SIG como facilitador en la enseñanza aprendizaje de la biología y geología en estudiantes de secundaria, por acercarles a problemáticas contextualizadas. El acercamiento interesante lo hacen sobre la necesidad de actualizar el currículo incluyendo estas herramientas TIC.

El uso de SIG de software libre en una práctica de Biología y Geología de 4º de ESO: los ecosistemas	(Skinner *et al.*, 2017)	El objetivo de este trabajo es que los estudiantes creen un *shapefile* con atributos espaciales e información ecológica de Parques Nacionales de España mediante su digitalización. De esta manera se les facilita comprender el impacto del hombre sobre lo natural y analizar desde la biología y geología.

Tabla 3. Búsqueda de documentos a través de Science Direct y Google académico.

Implicaciones para la práctica docente y la formación de nuevos investigadores/as en el área

Es importante que cada profesor –ya sea experimentado, en formación, de nivel escolar o universitario–, se conciba como un profesional que debe estar en la capacidad de adaptarse a los cambios conceptuales, tecnológicos y éticos que acompañan la educación y para ello debe ser recursivo y propositivo, trayendo los elementos necesarios para que enseñar y aprender ciencias sea una experiencia motivadora y útil. A causa de esta substancial reflexión se invita a repensar las posturas profesionales epistemológicas, curriculares y prácticas que requieren de innovación con el uso de herramientas para modelar como son los SIG, para que cada explicación pueda ser contextualizada con mapas, coordenadas, contextos y realidades que fortalezcan el discurso crítico y ético de los jóvenes hacia el entorno, que incluye los recursos naturales, las acciones humanas y la responsabilidad para el cuidado desde la alteridad.

Proyecciones y conclusiones

Construir el estado del arte para la dualidad modelización-SIG evidencia que se debe propender a incorporar estos elementos en la enseñanza de las ciencias sobre todo como contribución para Latinoamérica, partiendo de diseños didácticos que recurran a la modelización con el uso de SIG para desarrollar habilidades, no solo espaciales sino cognitivo-lingüísticas, en ciencias naturales cuando los estudiantes evidencien mediante mapas e información georreferenciada, que diversas problemáticas ambientales se pueden intervenir desde las pequeñas acciones responsables en pro de reducir la huella ecológica.

Tras la revisión bibliográfica sobre modelización con implementación de TIC-SIG de la última década en las bases de datos Scopus, ERIC, Science direct y Scholar, para la enseñanza de las ciencias –principalmente de conceptos de la biología desde lo ambiental–, se evidencia la inminente necesidad de generar diseños didácticos ya que estos son insuficientes y ello implica formación docente, pues si no cuentan con las competencias necesarias para implementar este tipo de herramientas, se propaga la ausencia de ubicación espacial en los estudiantes.

La relación modelización-TIC es una oportunidad para desarrollar propuestas didácticas atractivas, incluyentes y actualizadas que apunten al desarrollo de competencias tecnológicas y científicas acordes a las necesidades sociales.

Referencias bibliográficas

Abella, S. (2015). Estudio de la imagen de ciencia en estudiantes de secundaria a través de su interacción con una estrategia didáctica mediada por un videojuego, en torno al concepto humedal. *Bio-Grafía. Escritos Sobre La Biología y Su Enseñanza. ISSN 2027-1034*, *edición ex*(2000), 129–138.

Acher, A. (2014). Cómo facilitar la modelización científica en el aula. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, *1*(36), 63–75. https://doi.org/10.1 (Rød, 2010)7227/01213814.36ted63.75

Alba, C.; Bautista, A.; Nafría, E. & Graells, P. M. (1999). Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aplicadas a la educación. Algunas de sus líneas de investigación. *Educar*, *25*, 175–202. Retrieved from http://www.pntic.mec.es/

Arenas Martija, A. & Salinas Silva, V. (2013). Giros en la Educación Geográfica: renovación de lo geográfico y lo educativo. *Revista de Geografía Norte Grande*, (56), 143-162.

Argles, T. (2017). Teaching practical science online using GIS: a cautionary tale of coping strategies. *Journal of Geography in Higher Education*. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1080/03098265.2017.1315531

Barnett, M., Vaughn, M. H., Strauss, E. & Cotter, L. (2011). Urban environmental education: Leveraging technology and ecology to engage students in studying the environment. *International Research in Geographical and Environmental Education*, *20*(3), 199–214. https://doi.org/10.1080/10382046.2011.588501

Barnett, M., Houle, M., Mark, S. L., Minner, D., Hirsch, L., Strauss, E., ... & Hufnagel, B. (2014). Participatory professional development: Geospatially enhanced urban ecological field studies. In *Teaching Science and Investigating Environmental Issues with Geospatial Technology* (pp. 13-33). Springer, Dordrecht.

Bodzin, A. M., Anastasio, D., Sharif, R., & Rutzmoser, S. (2016). Using a Web GIS Plate Tectonics Simulation to Promote Geospatial Thinking. *Journal of Geoscience Education*, *64*(4), 279–291. https://doi.org/10.5408/15-122.1

Boix, G., & Olivella, R. (2007). Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) aplicados a la educación. El proyecto PESIG (Portal Educativo en SIG). *VII Congreso Nacional de Didáctica de La Geografía. Ciudadanía y Geografía. 23-24 Noviembre 2007. Universidad de Valencia.*

Domènech-Casal, J. (2015). Una secuencia didáctica de modelización , indagación y creación del conocimiento científico en torno a la deriva continental y la tectónica de placas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, *12*(1), 186–197.

Driver, R. (1987). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, *6*(2), 109–120. Retrieved from https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/51075/92742

esri (Environmental Systems Research Institute), tomado de https://www.esri.com/es-es/home

Felipe, A., Gallarreta, S., & Merino, G. (2005). La modelización en la enseñanza de la biología del desarrollo. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, *4*(3), 1-32.

Galagovsky, L., & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Ensenanza de Las Ciencias*, *19*(2), 231–242. Retrieved from http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21735/21569

García-Martínez, Á., Hernández, R., Abella, S., Valbuena, A., Gonzáles, B., Prieto, D., … Liz, M. (2018). *La formación de profesores de Ciencias a través del diseño curricular mediado por las TIC*. Bogotá: © Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Doctorado Interinstitucional en Educación. Retrieved from http://die.udistrital.edu.co/publicaciones

García Cuadrado, E. (2012). Los sistemas de información geográfica como recurso didáctico en la enseñanza de la biología y geología en secundaria.

Gonzales, M., Calonge, A., & Vehí, M. (2012). Utilización de los SIG como recurso para la Enseñanza de las Ciencias de la Tierra. *Didáctica de Las Ciencias Experimentales y Sociales*, *20*(3), 173–187. https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1315531

Graças, M., José, E., Pi-Hsia Hung1, hungps@mail. nutn. edu. t., Gwo-Jen Hwang2, gjhwang. academic@gmail. co., I-Hsiang Su1, d09611004@stumail. nutn. edu. t., & I-Hua Lin1, toevelin@gmail. co. (2012). a Concept-Map Integrated Dynamic Assessment System for Improving Ecology Observation Competences in Mobile Learning Activities. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, *11*(1), 10–

19. Retrieved from http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eue&AN=74971546&site=ehost-live

Hammond, T. C., Bodzin, A., Anastasio, D., Holland, B., Popejoy, K., Sahagian, D., … Farina, W. (2018). "You know you can do this, right?": developing geospatial technological pedagogical content knowledge and enhancing teachers' cartographic practices with socio-environmental science investigations. *Cartography and Geographic Information Science*, *45*(4), 305–318. https://doi.org/10.1080/15230406.2017.1419440

Hauselt, P., & Helzer, J. (2012). Integration of Geospatial Science in Teacher Education. *Journal of Geography*, *111*.

Izquierdo Aymerich, M., Caamaño, A., Quintanilla, M., Schwarz, C. V., Linn, M. C., Schwarz, C. V., … García, P. (2002). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Enseñanza de Las Ciencias*, *46*(3), 632–654. https://doi.org/10.1002/tea.20311

Kaya, E., Erduran, S., & Cetin, P. S. (2010). High school students' perceptions of argumentation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *2*(2), 3971–3975. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.625

Kerski, J. J. (2003). The implementation and effectiveness of geographic information systems technology and methods in secondary education. *Journal of Geography*, *102*(3), 128–137. https://doi.org/10.1080/00221340308978534

Longley, P. A., Goodchild, M. F., Maguire, D. J., & Rhind, D. W. (2005). *Geographic information systems and science*. John Wiley & Sons.

Martínez, M. M., & Alvite, M. L. (2014). Propuesta metodológica de evaluación de gestores de tesauros compatibles con la web semántica, *17*, 1–18.

Millsaps, L. T., & Harrington, J. A. (2017). A Time-Sensitive Framework for Including Geographic Information Systems (GIS) in Professional Development Activities for Classroom Teachers. *Journal of Geography*. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1080/00221341.2017.1294611

Moreira, M. A. (2008). La innovación pedagogica con TIC y el desarrollo de las competencias informacionales y digitales. *Investigación En La Escuela*. https://doi.org/ISSN 0213-7771, Nº 64,

Newcombe, N. S., & Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. *Mind, Brain, and Education*, *4*(3), 102–111. https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2010.01089.x

Rød, J. K., Larsen, W., & Nilsen, E. (2010). Learning geography with GIS: Integrating GIS into upper secondary school geography curricula. *Norsk Geografisk Tidsskrift–Norwegian Journal of Geography*, *64*(1), 21-35.

Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., … Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making

scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, *46*(6), 632–654. https://doi.org/10.1002/tea.20311

Sensevy, G., Tiberghien, A., Santini, J., Laubé, S., & Griggs, P. (2008). An epistemological approach to modeling: Cases studies and implications for science teaching. *Science Education*, *92*(3), 424–446. https://doi.org/10.1002/sce.20268

Skinner, D., Sikkema, K. J., Calonge, A., Argles, T., Millsaps, L. T., Harrington, J. A., … Figueres Cuesta, C. (2017). El uso de SIG de software libre en una práctica de Biología y Geología de 4º de ESO: los ecosistemas. *Journal of Geography in Higher Education*, *41*(30), 341–352. https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1315531

Souza, M., Kashmar, R., Hurst, K., Fieldler, F., Gross, C., Deol, J., & Wilson, A. (2015). Integrative Biological Chemistry Program Includes The Use Of Informatics Tools, GIS And SAS Software Applications. *Contemp Issues Educ Res (Littleton*, 193–214.

Vidal, P. (2006). Investigación de las TIC en la educación. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, *5*(2), 539–552. https://doi.org/https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5920245

Waugh, S. M., Sagar, P. M., & Cossee, R. O. (1999). New Zealand Black-browed Albatross diomedea melanophrys impavida and Grey-headed Albatross D. chrysostoma Banded at Campbell Island: Recoveries from the South Pacific Region. *Emu*, *99*(1), 29–35. https://doi.org/10.1080/03098260802276714

Wenger, E. (2001). Introducción. *Comunidades de Práctica. Aprendizaje, Significado e Identidad*. Retrieved from http://cmap.javeriana.edu.co/servlet/SBReadResourceServlet?rid=1JP2KX093-1GX1ZY0-28S

CAPÍTULO 9

EL VIDEOJUEGO Y LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

Leonardo Abella P., Jenny Castelblanco C., Álvaro García M.*

Contenido

- Resumen
- El software educativo en la enseñanza de las ciencias
  Breve recorrido histórico del software educativo
  Clasificación del software educativo
  El software educativo, los programas multimedia y la enseñanza de las ciencias
  El software educativo aplicado a la química
- El videojuego como herramienta educativa
  Breve recorrido histórico del videojuego
  Clasificación de los videojuegos
  Aspectos controvertidos de los videojuegos
  Videojuegos y su uso en la educación
- Ejemplo de un videojuego educativo en la enseñanza de la química
- Referencias bibliográficas

(*) Profesor visitante del Proyecto AKA EDU-03, 2019.

Resumen

La didáctica de las ciencias cada día se ve enfrentada a nuevos retos, desde los avances científicos y tecnológicos que se presentan en nuestra sociedad y que irradian a la escuela. En este sentido, se observa cómo los estudiantes se ven más atraídos por la influencia de los avances de la tecnología, y en particular de las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), lo cual es natural para esta época en la cual ellos han nacido y en la que se encuentran inmersos de forma permanente.

En este documento, se aborda uno de estos casos, como lo es el software educativo y, en especial, el videojuego como herramienta que puede mejorar la educación en general, y en particular la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales. Desde una perspectiva clásica no se ve fácilmente, ya que el videojuego se asocia con el mal uso del tiempo libre y ocio, o el no aprovechamiento de las "habilidades" de los estudiantes para aprender otras cosas "más útiles". En una primera parte, se presenta una descripción del software educativo, lo cual incluye un breve recorrido histórico, una clasificación y su uso en la enseñanza de las ciencias. La segunda parte, se centra en el estudio del videojuego como herramienta educativa e incluye una descripción histórica, una clasificación, aspectos de controversia en su uso y su relación con la educación. En la parte final, se presenta de forma general la estructura de un video juego creado en el contexto de la enseñanza de la química.

El software educativo en la enseñanza de las ciencias

Hablar de la influencia del computador en educación hoy en día, es hablar específicamente del desarrollo del llamado educativo. No se puede hablar de la influencia del computador en los procesos de aprendizaje si no se consideran las implicaciones en el desarrollo de programas educativos, sus raíces, las necesidades que atiende, las expectativas con las cuales se elabora y los propósitos con los que se diseñan.

Analizar estos aspectos requiere de una mirada de la historia del desarrollo de programas para computador con aplicaciones educativas, conocidas ahora como *software educativo*.

1. Breve recorrido histórico del software educativo

Para hablar de software educativo, nos remitimos aproximadamente a la década de los años veinte en Estados Unidos, cuando el profesor Sydney Pressey, quien antes de la existencia de las computadoras, construyó una "máquina de escribir" que le permitía evaluar con mayor rapidez pruebas escritas. Esta "máquina" constaba de cuatro teclas y una ventana larga por la que se veía un marco con una pregunta y cuatro posibles respuestas, y por medio de una de las teclas los estudiantes seleccionaban la respuesta más adecuada (Murray-Lasso, 1997).

La gran depresión de los años treinta en los Estados Unidos obstaculizó el desarrollo de nuevas máquinas con propósitos educativos, con lo cual no se percibiría de nuevo el interés hasta inicios de los años cincuenta, gracias a la reactivación de la economía norteamericana y su expansión industrial.

Es en esta década, cuando los aportes de Skinner sentaron las bases psicológicas para la llamada enseñanza programada.

> "*Atacó la costumbre contemporánea de utilizar el castigo para cambiar la conducta y sugirió que el uso de recompensas y refuerzos positivos de la conducta correcta era más atractivo desde el punto de vista social y pedagógicamente más eficaz. Además, definió la enseñanza como la modificación o moldeado de las respuestas emitidas conductualmente en vez de la transmisión del conocimiento. Opinó que el salón de clase no era un ambiente apropiado para dar refuerzo adecuado y sugirió las máquinas de enseñanza como una vía más práctica para lograrlo"* (Murray-Lasso, 1997).

Para lograr esto, Skinner adaptó las "máquinas de Pressey" permitiendo no solo la selección de respuestas, sino incluyendo refuerzos y estímulos intermitentes y frecuentes, a través de unidades llamadas marcos. Para esto, Skinner utilizó lo que en esa época se conocía como "programación lineal", que consistía en seleccionar cuidadosamente las secuencias que los estudiantes debían seguir para minimizar el error de estos, entonces se evaluaba la velocidad con la que el estudiante recorría dicha rutina.

Este tipo de enseñanza programada fue bien aceptada en los campos militares e industriales; de hecho, un militar, Norman Crowder –instructor de la Fuerza Aérea norteamericana–, desarrolló una propuesta basada en "programación no lineal ramificada", en el que sí se considera el error como factor de retroalimentación, al igual que los aciertos.

Hasta este punto, la Instrucción Programada daba buenos resultados, pero la búsqueda de una relación más estrecha entre máquina y usuario crea la necesidad de una Instrucción Asistida, para lo cual se requieren máquinas más complejas, no solo mecánicas sino electrónicas, como el computador.

Para finales de los años cincuenta, ya se habían comenzado a desarrollar los primeros proyectos serios para la implementación de la CAI (Computer Aided Instruction, Instrucción Asistida por Computador), entre los cuales se destacan el de la CCC (Computer Curriculum Corporation), el PLATO (Programed Logic for Automatic Teaching Operations) y el TCICIT (Time Shared Interactive Computer Controlled Information Televisión).

El proyecto de la CCC, consistía en desarrollar un currículo completo para educación básica primaria, el cual fue implementado en 1963. Los materiales de este currículo están organizados en 24 bloques para cada año escolar y con 5 niveles de dificultad. Cada bloque se inicia con un examen que mide el grado de dificultad para el siguiente día.

> "*Una calificación de 85 sobre 100 o más, pone al estudiante en el nivel más alto de dificultad. Además, se le da instrucción durante cinco días. La calificación en el examen de un día determina el nivel de dificultad para el día siguiente. Si un estudiante obtiene menos de 60 sobre 100, se le baja el nivel de dificultad. Al final de cada bloque se aplica un examen y, después de cuatro bloques, se da una lección de repaso y los estudiantes presentan un examen sobre el repaso* (Murray-Lasso, 1997).

El proyecto PLATO (programación Lógica para la Automatización de las Operaciones de Enseñanza) fue realizado por la Control Data Corporation. Utilizaba pantallas de plasma sensible al tacto, sintetizador de voz y videodisco. Las terminales estaban conectadas a distancia por línea telefónica. PLATO utilizó un sistema de diseño de instrucción llamado RULEG, que proporcionaba un enunciado llamado "regla" y ejemplos de cómo se utiliza la regla. El sistema era innovador, en el sentido de que las tácticas de instrucción dependían de RULEG y no de los autores de cada uno de los programas de enseñanza. La audiencia principal eran estudiantes adultos, aunque se hizo una versión para enseñanza a nivel primario.

El proyecto TICCIT (Información Televisada Controlada por Ordenador a Tiempo Compartido), desarrollado por la Mitre Corporation, utilizaba mini computadoras y terminales con receptores de televisión a color y teclados especiales. Las

terminales debían estar muy cercanas a la mini computadora, a diferencia de las del Proyecto PLATO.

Durante toda la década de los sesenta y hasta finales de los setenta, estos proyectos, junto a los desarrollados en Inglaterra, como el NDPCAL (National Development Program in Computer Asisted Learning), marcaron el desarrollo de las CAI, mostrando sus ventajas y debilidades antes de la incursión de las computadoras personales, las cuales aparecieron con la microcomputadora ALTAIR en 1975.

A partir de la creación de las microcomputadoras, comenzaron a desarrollarse importantes logros en programación, desde los inicios del lenguaje BASIC, PASCAL y C, sistemas operativos como el MS-DOS y los primeros formatos de videojuegos.

Para comienzos de la década de los ochenta, este gran avance en el desarrollo de lenguajes de programación da la oportunidad para que Seymour Paper impulsara el desarrollo del lenguaje LOGO; el cual siguiendo la teoría Piagetiana sobre la construcción del conocimiento, busca permitir que el estudiante aprenda a programar y donde prima el perfil del estudiante antes que el de la computadora, contrario a lo propuesto por Skinner. Para esto se debe desarrollar un aprendizaje por exploración de formato libre, con lo cual se crean los llamados *micromundos* (ambientes de aprendizaje) en los que se permite la libre manipulación de objetos a partir de leyes básicas, adaptadas por el usuario.

A pesar de la popularidad que alcanzó este lenguaje durante todos los años ochenta y principios de los noventa, los pronósticos acerca de que LOGO dominaría el desarrollo de los programas educativos fueron desplazados por los inicios de la tecnología *multimedia,* el desarrollo del disco compacto y las redes de comunicación (Gros, 2000).

Uno de los más grandes avances en el desarrollo de sistemas operativos, lo da la creación del sistema Windows® (ventanas), que permite una mayor interacción entre usuario y equipo, ofreciendo fáciles accesos a las operaciones básicas del computador y un entorno mucho más llamativo y agradable.

El desarrollo de esta tecnología permite la aparición de un gran conjunto de programas para computadora con diversas funciones, entre estos nuevos programas (software) resaltan los paquetes de aplicaciones que incluyen

hojas de cálculo, procesadores de texto, bases de datos y simultáneamente el despliegue de aplicaciones hipertextuales y multimediales, básicamente programas tutoriales.

Es precisamente la década de los noventa, la que permitió la expansión y desarrollo de todo tipo de propuestas a nivel de software para diversas actividades humanas, desde las complejas redes corporativas hasta la administración de presupuestos para el hogar.

Parte de estas propuestas han sido integradas a la educación, diferenciando básicamente dos tipos: Programas Aplicados a la Educación y los Materiales Educativos Computarizados; el primero, hace referencia a las aplicaciones diseñadas con multipropósitos tales como paquetes de oficina, bases de datos y lenguajes de autor empleados en la educación, y el segundo, se refiere a los programas diseñados con fines directamente educativos, estos son, en conjunto, el actualmente conocido "*software educativo"*.

Este término ha sido objeto de estudio durante los últimos años, y ha sido definido por diversos autores; entre los de habla hispana podemos resaltar las definiciones de autores como Marqués (1995), quien define al software educativo como "*todo tipo de programas para ordenador creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico, es decir, para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje"*; Begoña Gros (2000) afirma que son *"todos aquellos programas realizados con una finalidad instructiva, formativa."*; para Galvis (1997) hace referencia a *"aquellos programas que permiten cumplir o apoyar funciones educativas".*

Nosotros interpretamos al *software educativo,* como **"aquel programa informático que se emplea como un recurso didáctico, que ha sido concebido y desarrollado bajo claros objetivos educativos en la generación de ambientes que favorezcan la enseñanza y el aprendizaje"**.

Cuando un software educativo se emplea **como una herramienta que estructura y ayuda a desarrollar actividades propias de las unidades didácticas** (u otros sistemas de organización o planeación microcurricular) se crea un sistema diferente, y a este conjunto completo lo denominamos *Unidad Didáctica TecnoComunicativa, UDITC*. Se entiende la Unidad Didáctica como el sistema producto del diseño del profesor, que interrelaciona los actores y los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje, propósitos,

contenidos, evaluación e interacciones, con una alta coherencia metodológica interna (García-Martínez, Hernández y Abella, 2018). De esta manera, se denomina *UDITC* puesto que puede tener uno o varios formatos o tipos de software que le dan la estructura, ya que tiene la versatilidad de ser empleada en diferentes momentos durante el desarrollo de las actividades propias de las Unidades Didácticas, con objetivos claramente orientados por ésta, con posibilidad de desarrollar actividades virtuales o presenciales, sincrónicas o asincrónicas dependiendo del tipo de competencia que se desee desarrollar (Abella, Castelblanco y García-Martínez, 2005).

El software puede ser empleado de diversas maneras, dependiendo de los usuarios, inclusive desde visiones opuestas a como ha sido concebido por los autores, desvirtuando la idea original. De tal manera que, si los usuarios desean usarla bajo los preceptos que le dieron origen, se hace necesario que la herramienta no se use aislada de la unidad didáctica que la soporta. Es importante mencionar, que esto no implica que este sea su único uso, solo que al variar uno de los elementos de este conjunto, obviamente se varía la *UDITC*.

2. Clasificación del software educativo

De acuerdo a su definición, dentro del software educativo encontramos variadas aplicaciones que responden a diversos criterios de clasificación, tales como estructura, contenido, objetivos y presentación, entre otros. Por esto, diversos autores han planteado diferentes propuestas de clasificación. A continuación, presentaremos las que consideramos más relevantes:

Tabla 1. Clasificación de Marquès (1995).

Según la estructura	Otros criterios
1. Programas tutoriales • Lineales • Ramificados • Entornos tutoriales • Sistemas tutoriales expertos 2. Bases de datos • Convencionales • Tipo sistema experto 3. Simuladores • Modelos físico-matemáticos • Modelos sociales	1. Objetivos educativos • Contenidos conceptuales • Contenidos procedimentales • Actitudes y valores 2. Tratamiento de los errores • Tutoriales • No tutoriales 3. Carácter de las bases de datos • Cerrados • Abiertos

4. Constructores • Específicos • Lenguajes de programación 5. Programas herramienta • Procesadores de texto • Gestores de bases de datos • Hojas de cálculo • Editores gráficos • Programas de comunicaciones • Programas de experimentación asistida • Lenguajes y sistemas de autor	4. Tipos de interacción • Recognitiva • Rememorativa • Comprensión reconstructiva • Comprensión intuitiva y global • Comprensión constructiva 5. Función del ordenador • Paradigma instructivo • Paradigma revelador • Paradigma conjetural • Paradigma emancipador 6. Medios que integran • Unimedia • Multimedia 7. Inteligencia del programa • Sin inteligencia • Con inteligencia

Tabla 2. Clasificación de Thomas Dwyer (1997).

Enfoque educativo	Tipo de material educativo según la función que asume
Algorítmico	Sistema Tutorial Sistema de ejercitación y práctica
Heurístico	Simulador Juego educativo Micromundo exploratorio Lenguaje sintónico Sistema experto
Algorítmico o Heurístico	Sistema inteligente de enseñanza aprendizaje

Tabla 3. Clasificación de Begoña Gros (2000).

Tipo	Objetivos y características
1. Enseñanza Asistida por Computador	
• Tutoriales	**Objetivo:** Enseñar determinado contenido de manera organizada. **Características:** La organización de la información y estrategias de enseñanza para conseguir el aprendizaje del usuario.
• Práctica y ejercitación	**Objetivo:** Ejercitación en determinada tarea.

	Características: Se basa en la adquisición de destrezas para realizar mejor la tarea. Es bastante usado en matemáticas, química, física e idiomas.
• Simulación	**Objetivo:** Proporcionar un entorno de aprendizaje abierto basado en modelos reales **Características:** Permite al usuario experimentar y contrastar diversas hipótesis.
2. Juegos de ordenador	**Objetivo:** Enseñan y permiten adquirir un contenido determinado de forma divertida. **Características (Malone, 1981):** • Reto • Curiosidad • Fantasía
3. Programas multimedia	**Objetivo:** Organizar la información de manera no lineal, que permita total exploración. Características: • Prima la presentación y organización de la información sobre los contenidos • Integra distintos medios
4. Realidad Virtual	**Objetivo:** Generar un mundo de fantasía Características: Requiere de alta tecnología
5. Redes de comunicación	**Objetivo:** Mantener una red de información global Características: • Correo electrónico • Listas de discusión (foros) • Chat • Búsqueda de información • Video-conferencias

De acuerdo a las anteriores clasificaciones, planteamos una clasificación que unifica los criterios propuestos por los diferentes autores dando prioridad a la estructura de presentación empleada en el software, enfatizando sus características de aplicación y algunos ejemplos actuales para cada tipo.

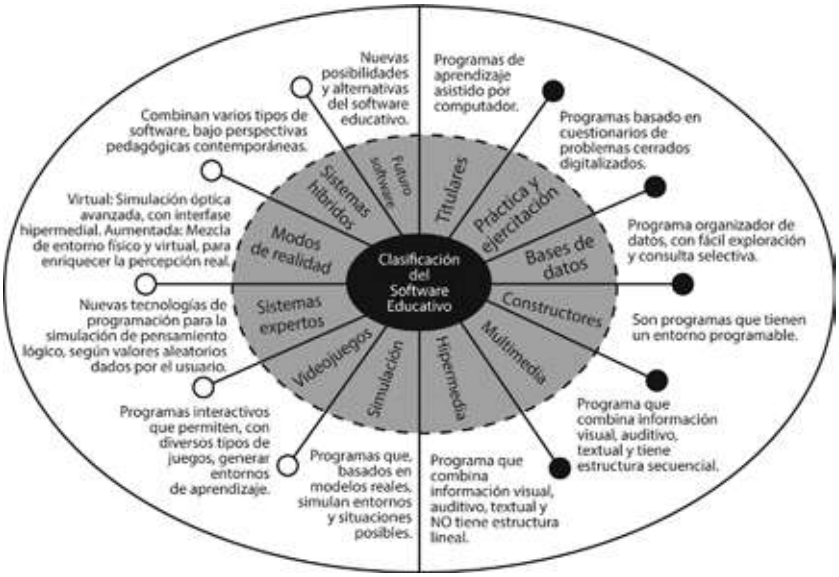

Figura 1. Clasificación de software educativo.

Independientemente de cual sea el sistema de clasificación que se adopte, debemos tener claro qué tipo de aprendizaje deseamos obtener con el software desarrollado, y además qué clase de conceptos se van a tratar, ya que cada tipo de programa facilitará el tratamiento de estos conceptos. Por ejemplo, si se busca facilitar el aprendizaje de ortografía en educación primaria, un programa de práctica y ejercitación sería mucho más adecuado que uno de simulación. De hecho, cada asignatura puede utilizar el mismo tipo de software pero con diferentes objetivos.

3. El software educativo, los programas multimedia y la enseñanza de las ciencias

La utilización de software educativo en las ciencias experimentales, puede hacer uso de todos los tipos de programas mencionados, durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Por ejemplo, la manera de utilizar los diferentes instrumentos de medida sería fácilmente explicada por medio de un tutorial animado; la anatomía puede ser explicada mediante aplicaciones de tipo hipermedial que contengan amplias bases de datos; y el ganar habilidad en la manera de realizar cálculos estequiométricos es tarea fácil para programas de práctica y ejercitación.

Una posible clasificación de los programas que suelen emplearse en las ciencias experimentales de acuerdo a Sierra (2000) es la siguiente:

Tabla 4. Clasificación propuesta por Sierra (2000).

Según la estructura	Otros criterios
• Programas de práctica y ejercitación • Programas tutoriales • Sistemas expertos • Simulación • Modelización (programas constructores) • Bases de datos	• Sistemas de adquisición de datos experimentales • Hojas de cálculo • Hipermedia e hipertexto • Internet • Programas de cálculo formal o Álgebra computacional

A pesar de que estos tipos de software nos dan una visión general de lo que se ha empleado en educación, existen modificaciones y adecuaciones que permiten utilizar combinaciones entre diversas aplicaciones que tengan o no objetivos educativos; de hecho, este tipo de "híbridos" son usualmente los más utilizados en la enseñanza de las ciencias experimentales. Un ejemplo de esto, es la utilización de hojas de cálculo de Excel® insertada en tutoriales y programas multimediales, o emplear editores de texto, como Word®, para realizar evaluaciones escritas.

Dar ejemplos concretos de los diferentes tipos de programas utilizados en la educación en ciencias sería generar una lista interminable, ya que día a día –y desde diferentes intereses y enfoques– se ponen en circulación decenas de programas que intentan hacer de la ciencia algo más llamativo y atractivo.

Esta propagación sin medida de "programas educativos" hace que la calidad educativa misma de ellos disminuya, debido a que no existe regulación ni criterios didácticos que los evalúen. Aunque existen diversos tipos de formatos para la evaluación del "software educativo", como los propuestos por Osuna (2002) y Galvis (1997), estos van más enfocados hacia los aspectos técnicos que a las características pedagógicas y didácticas, y tienden a ser específicos para los programas de tipo multimedial. Es de resaltar la amplia propagación de este tipo de programas; de hecho, las herramientas informáticas de tipo multimedia e hipermedia pueden ser útiles en el momento de transmitir un significado, presentar resúmenes o servir como tutoriales, pero poseen una

serie de problemas que usualmente no son analizados antes de permitirles su intervención en el aula.

Uno de los principales problemas de estos tipos de programas es el distanciamiento entre el objetivo primordial del diseño de *software educativo* y el ambiente adecuado para el proceso de enseñanza y aprendizaje. Este distanciamiento se ve reflejado en la mayor depuración en los aspectos técnicos (programación, ambientación, sonidos, video, etc.) y la cantidad de información, en el contenido y los objetivos didácticos (actividades de aula, mecanismos de seguimiento y evaluación, cambios conceptuales, metodológicos, actitudinales y axiológicos entre otros). De esta forma, este tipo de programas relegan el *software educativo* a la "transcripción de libros de texto" al computador.

Otro aspecto a considerar, es el papel del docente frente al programa. Con el software multimedia e hipermedia, este papel puede limitarlo a dar una breve introducción al tema que la aplicación (programa) va a presentar, o el educador puede utilizar la aplicación como libro de texto digitalizado, o puede ser mero espectador de la ejecución del programa o, en el mejor de los casos, puede ayudarle a concluir un tema visto de una manera "novedosa".

Además, debe tenerse en cuenta la manera en que el estudiante se relaciona con el programa. No puede dejarse de lado tanto las expectativas como las consecuencias que generan el empleo de cualquier herramienta informática en la educación en ciencias. El estudiante, como actor principal del proceso de enseñanza aprendizaje, es finalmente quien más se ve afectado por el inadecuado uso de dichas herramientas.

Cuando un programa es diseñado sin tener en cuenta los problemas de aprendizaje que tiene la ciencia, qué conceptos la fundamentan, qué perspectivas epistemológicas la explican y en qué contextos históricos se ha ido desarrollando, se corre el riesgo de convertir al computador en un mal transmisor de información más que en un apoyo en la tarea de facilitar el acercamiento a la ciencia.

No desconocemos los grandes intentos por realizar aplicaciones multimedia e hipermedia que permitan un mejor aprendizaje de la ciencia; es notable el trabajo realizado en la recopilación de información y la manera en que ésta es organizada; las ambientaciones y algunas demostraciones pueden ser muy llamativas al usuario, tal es el caso de la línea de programas de ciencias diseñados

por ciertas empresas importantes, que aunque muy llamativas y animadas, sus aplicaciones carecen de profundización en los temas, y más que mostrar a la ciencia como proceso evolutivo del conocimiento del ser humano, la mitifican y la muestra como conjunto de conjuros, magia, fantasías, y locuras científicas, carentes de relación con la ciencia actual. Aunque la fantasía y la imaginación son factores que influyen en el aprendizaje, su manipulación no puede estar descontextualizada negando la posibilidad de relación con las actividades diseñadas para el trabajo en el aula.

Otras aplicaciones caen en el error de contener demasiada información y presentar ambientes cargados de "enlaces" e "hipervínculos" que solo denotan el gran trabajo invertido en la recolección de la información, pero no se orienta la manera en que esta información debe ser tratada, o qué actividades son pertinentes para incluir uno u otro concepto. De hecho, este tipo de aplicaciones solo permiten una evaluación memorística de los textos incluidos y no dan lugar al reconocimiento de posibles cambios conceptuales promovidos por la aplicación en sí. Además, en algunas ocasiones, el contenido de estas aplicaciones incluye pequeños "juegos", los cuales se caracterizan por ser instrumentos evaluativos de tipo estimulo/refuerzo, donde se evalúa la capacidad de retención de información del usuario, más que su aprendizaje; de hecho, en ocasiones debe responderse de una manera secuencial y/o puntual para "superar" las pruebas del juego.

Se da el caso de "juegos" en los cuales la simple exploración es suficiente para lograr el objetivo, lo que hace que se preste menos atención a la lectura de los contenidos, a las relaciones y a la reflexión de los mismos. Así también lo menciona Gros cuando afirma que:

> "...*el software educativo existente en el mercado se centra, en su mayoría en las actividades de refuerzo que habitualmente se realizan en clase: repaso de tablas y operaciones matemáticas, refuerzo de ortografía, puzzles, actividades de asociación…, en general actividades que aunque de una forma más atractiva y motivadora no dejan de ser las mismas que se realizan con lápiz y papel*" (Gros, 1998).

Pero, aunque se tienen algunas fallas y debilidades, lo cierto es que el software multimedia, al parecer facilita los procesos de auto aprendizaje y de educación a distancia, debido a los mismos aspectos que hacen que presente dificultades a la hora de participar en el aula tradicional.

Consideramos, entonces, que el software multimedia e hipermedia debe replantearse tanto en sus objetivos como en sus fundamentos, donde se le dé igual prioridad tanto a los aspectos técnicos del diseño como a las bases didácticas de la disciplina desde la cual se ha concebido.

La enseñanza de las ciencias permite utilizar diversos tipos de software educativo. Desde la visión de Sierra (2000), podríamos decir que esto es efectivo siempre y cuando, por medio de éste y del computador, se establezcan ciertos objetivos tales como:

a. Soportar procesos cognitivos, como la memorización, los procesos meta cognitivos y el acceso al conocimiento declarativo y conceptual.
b. Compartir la carga cognitiva, ayudando en habilidades cognitivas de nivel inferior para que así el estudiante pueda centrarse en las de orden superior (tareas educativas auténticas)
c. Estimular al estudiante en actividades cognitivas que no serían posibles de otro modo.
d. Permitir al estudiante generar y probar hipótesis en el contexto de resolución de problemas.

Es fácil utilizar programas simuladores para explicar el funcionamiento de una reacción ácido–base, pero este tipo de recursos usualmente no ayudan a comprender el concepto de ácido y base; tal vez pueda mostrar gráficas que permitan interpretar datos simulados, pero no explica el significado de los mismos. Son estas situaciones las que obligan al profesor de ciencias que utiliza sistemas informáticos en su clase, a recurrir al uso de más de un tipo de software, como los mencionados “híbridos”, que permiten complementar explicaciones que dentro de un solo programa serían demasiado complicadas o imposibles.

Aunque la utilización simultánea de programas diversos es una práctica útil para el profesor innovador, el tratamiento didáctico de los conceptos, a través del computador, sigue generando problemas.

4. El software educativo aplicado a la química

Como ya hemos mencionado, es necesario utilizar diversos tipos de programas al enseñar las ciencias experimentales; y la química no se excluye de esto. A continuación, daremos una descripción sobre el modo de uso de algunos de los tipos de programas más empleados en la enseñanza de la química, para lo cual

tomaremos –a manera de ejemplo–, el concepto Átomo, para explicar la manera en que se pueden apoyar unos programas con otros, y mostrar la necesidad de trabajar no solo con un tipo de software educativo. Resulta fácil reconocer que para este tema es necesario una consulta previa por parte de los estudiantes, donde se orienten los conceptos que van a ser tratados, lo que incluye una serie de actividades teórico-prácticas planificadas con anterioridad por el profesor, en miras de dar al estudiante herramientas suficientes para relacionarlas con las actividades en las cuales va a participar el computador.

Posterior a las actividades previas (sean las que el profesor considere necesarias), es aconsejable seleccionar los programas y aplicaciones que estén diseñados, desde y para el tema a tratar; en nuestro ejemplo, seleccionaríamos inicialmente programas tutoriales que contengan definiciones ilustrativas acerca del átomo, estos tutoriales pueden ser de tipo hipermedial y servirían para la consulta y refuerzo de las actividades. Luego, sería conveniente utilizar programas que modelen los aspectos teóricos vistos; se podría usar programas que se basen en las diferentes teorías atómicas para comprender los modelos desarrollados durante la historia; estos modelizadores estarían soportados por programas simuladores que recopilen la información de cada teoría y la ilustren de forma gráfica en el computador; por ejemplo, podrían utilizar la función de onda de Schrödinger para simular los posibles orbitales atómicos del actual modelo mecano-quántico del átomo.

Para la obtención de algunos datos experimentales, se le puede permitir al estudiante que manipule los valores que se utilizan en los simuladores, para que correlacione los datos obtenidos con las probabilidades teóricas de estos; es muy útil el uso de bases de datos para contrastar estas informaciones, las bases de datos pueden presentarse en formato hipermedial aunque usualmente lo hacen en forma de hipertexto.

Para intentar reconocer qué tanto ha comprendido el estudiante frente al concepto átomo en las diferentes etapas de las actividades desarrolladas, podemos hacer uso de programas de práctica y ejercitación, que pueden ser diseñados con problemas abiertos, pero que en determinados casos requieran actividades de lápiz y papel.

Como actividades finales, es factible dejar páginas de Internet que lleven al estudiante a profundizar los temas vistos y le permitan relacionarlos con los demás temas del currículo.

Hemos visto cómo los diferentes tipos de programas se apoyan entre sí, pero el éxito de la intervención del software educativo depende en su gran mayoría de la correcta selección y uso por parte del profesor, el cual debe saber manejar apropiadamente las diferentes opciones que existen, para no desviar los objetivos propuestos desde un inicio. Puede parecer que el profesor que desea utilizar software educativo en química, debe ser una especie de experto en química computacional, pero la verdad es que el programa solo permite visualizar conceptos teóricos que el profesor debe manejar, para lo cual solo necesita tener la iniciativa de trabajar con estas plataformas. En la práctica, se ve que la mayoría de los programas usados en química conservan las características del entorno en ventanas emergentes, el que debe ser conocido por cualquier profesional de la educación.

Una amplia caracterización del software educativo usado en química puede ser consultada en el libro "Química, métodos activos de enseñanza y aprendizaje", de Orlik (2002).

Hasta aquí, se puede notar que el uso de software educativo en química requiere la apropiación de las diferentes herramientas por parte del profesorado; ya de por sí es evidente la necesidad de incluirlo en el currículo de ciencias, debido a las exigencias de la sociedad actual, que requiere personas capaces de manejar y competir con los avances tecnológicos, y el uso de este tipo de software además de facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje cultivan una cultura en el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

Queda por discutir de qué manera se puede incluir el tratamiento didáctico de los conceptos que fundamentan la química a través del computador, ya que hasta el momento los diversos programas se basan en el conocimiento previo de los conceptos; por ejemplo, un programa de práctica y ejercitación hace precisamente eso, ejercita y practica lo visto. Un tutorial solo permite consultas con diferentes grados de profundización, un simulador toma los datos correspondientes a una teoría y a partir de relaciones matemáticas los representa gráficamente, un modelizador genera modelos visuales de posibles representaciones de una teoría y una base de datos contiene información de manera organizada y estructurada que facilita el uso y acceso a información específica.

Sin embargo, la mayoría de los programas dejan a la deriva o segmentan aspectos de la educación que deben ser tratados simultáneamente; no se puede

crear un software que tenga alto contenido motivacional si carece de correctas bases teóricas y conceptuales. Tampoco es conveniente diseñar programas que manejan altos contenidos teóricos pero que no motivan al estudiante a profundizarlos o tan solo a utilizarlos; no por el hecho de ser de fácil uso para el profesor debe ser de fácil entendimiento para el estudiante. Por otro lado, para la inclusión de software educativo en las clases de química, se debe reflexionar sobre los aspectos que dificultan su aprendizaje, de qué manera se propone hoy en día tratarlos y cómo pueden ser superados por medio del uso del computador. En esta línea, deben explorarse nuevas tipologías de software educativo que no han sido tratadas con suficiencia en la educación, los programas de realidad virtual, inteligencia artificial y los videojuegos pueden ser otra alternativa útil en el proceso de enseñanza y aprendizaje mediado por computadoras.

El videojuego como herramienta educativa

El videojuego es hoy una de las industrias más rentables y poderosas del mundo; solo basta con ver los ingresos netos de una empresa dedicada a su diseño, como lo es Nintendo®, para ver que su impacto y popularidad son impresionantes. Este efecto se había dado inicialmente en los niños y adolescentes, pero hoy en día es un fenómeno que atrae involucra a todas las edades y géneros; revisando las implicaciones sicológicas y sociales en las que interviene, además del tiempo que los jugadores de videojuegos dedican a su ejercicio, actualmente es considerado como factor influyente en la educación.

Desde una perspectiva educativa, el videojuego debe analizarse desde su interior, saber qué ofrece, cómo lo ofrece y a qué costo; no se puede criticar a la ligera por el simple hecho de ser novedoso e impactante. Para conocer este trasfondo del videojuego tenemos que saber cómo se originó, cómo ha evolucionado y de qué manera puede ser tratado por y para la educación.

1. Breve recorrido histórico del videojuego

Al inicio de los años 70, cuando aún no se tenían las computadoras personales, los videojuegos no eran más que simples programas de carácter binario que respondían a ordenes sencillas y concretas, tal es el caso del primer videojuego creado en 1972, el “Pong”, nombre de una pequeña simulación del conocido juego del ping pong. Éste consistía en un par de rectángulos que simulaban raquetas y un cuadrado que simulaba el movimiento de la pelota, y se podía jugar al conectar un sencillo dispositivo electrónico al televisor. Desde allí, los videojuegos fueron

diseñados con mayor dedicación, pero las limitaciones propias de la época, en cuanto a memoria de los equipos para la ejecución de los programas y capacidad de programación, no dejaban muchas posibilidades; tenían que ser limitados a dos dimensiones, con poco uso de colores, y generalmente no pasaban de una pantalla en la que ocurría toda la acción del juego.

Debido a los requerimientos electrónicos que tenían los primeros videojuegos, estos requerían una serie de dispositivos especiales, grandes máquinas que poseían su propia pantalla y su propio sistema de almacenamiento; allí nacieron las primeras consolas de "Arcadia". Éstas dieron la oportunidad a los diseñadores de explotar al máximo la tecnología computarizada que se conocía hasta ese momento, pero, de hecho, es en la época de los años 80, con la aparición de los primeros computadores personales, que se logra proyectar el alcance de la industria apenas naciente del videojuego.

El desarrollo del computador personal ayudó a diseñar consolas más pequeñas y con mejor capacidad de memoria, pero no bajaba demasiado su costo, por lo cual, simultáneamente se siguieron mejorando los diseños de las consolas tipo Arcadia.

Luego, los dispositivos que ocupaban menor espacio comenzaron a ser muy populares entre algunas clases sociales, aquellas que tenían el poder adquisitivo para gastar unos cuantos dólares en entretenimiento novedoso; de allí la gran oportunidad de la empresa Atari®, que se dedicaba a diseñar tanto consolas de tipo Arcadia como nuevos dispositivos para el hogar, a los cuales se les conocería como videoconsolas.

Los videojuegos que se desarrollaban para estas plataformas, no dejaban de ser simples, pero ahora incluían diversos formatos, entre los que se destacaban los deportes simulados y las aventuras, igual que los juegos de "marcianitos" y los de destreza. Allí comenzaron a generarse diversas posiciones acerca de lo adecuado de los videojuegos, debido a que el reto de jugarlos era cada vez más prueba de habilidad y superioridad entre los usuarios, y al no querer dejar para otro día este desafío, se veía cierta adicción a la actividad.

Este hecho llevó a que los videojuegos fuesen aislados a centros de entretenimiento dedicados exclusivamente a ellos, pero esto provocó las primeras reacciones negativas por parte de los padres de familia, que preocupados veían como estos "antros" robaban la atención de sus hijos distrayéndolos de sus actividades

académicas y familiares. Es en este momento en que comienzan a dictarse las primeras medidas legales sobre los videojuegos, en los que solo a partir de ciertas edades podía ingresarse a estos establecimientos.

Pero el diseño de videojuegos estaba creciendo exponencialmente, ya no solo se tenían los clásicos "Pac-Man" o "Nova", sino "mata marcianos" mucho mejor elaborados, que podían llevar cálculos de puntajes acumulatorios y permitían establecer jerarquías entre los jugadores. Las mejores técnicas también se hicieron notar, luego aparecería el Atari 2600, que permitía a los niños jugar aquello que solo los jóvenes de mayor edad podían hacer en los centros de videojuegos, con la comodidad de su hogar; la videoconsola comenzaba a tomar una gran fuerza.

Esta posibilidad de llegar a los hogares centró la atención de los diseñadores en la creación de videojuegos; se tenían entonces juegos que se basaban en la simple memorización, los primeros juegos de ajedrez, los deportes que no pasaban de moda y el primer videojuego con orientaciones educativas, el "Plus" o "Math". Este videojuego mostraba una pantalla en la que aparecían diferentes operaciones matemáticas, que iban aumentando su dificultad a medida que el usuario respondía correctamente.

La diversidad en los videojuegos era notable, algunos sin sentido, algunos emocionantes, otros con claros objetivos de entretenimiento. Para esta época, hacia 1986, Nintendo, que había participado en el diseño de algunos videojuegos para la Atari 2600, puso en venta su nueva videoconsola, la famosa NES (Nintendo Entertainment System). Esta consola, como lo señala Etxeberria (1998),

> *"…permitió la presentación de unos juegos impensables nueve años atrás. La calidad del movimiento, el color y el sonido, así como la imaginación de los creadores de juegos fueron tales que, …pasaron en poco tiempo a constituirse en uno de los juguetes preferidos de los niños."* Fue así como la nueva era de los videojuegos se abrió campo, llenando los televisores de muchas casas con historias de fantasía, juegos emocionantes, aventuras gráficas y retos nunca antes imaginados.

Estas nuevas "estaciones de entretenimiento" siguieron preocupando a la sociedad adulta que veía con recelo y desconfianza esta poderosa industria; de allí que a finales de los años 80 se comenzó a realizar grandes investigaciones para analizar los supuestos efectos nocivos de los videojuegos. Algunos de estos estudios carecían de rigurosidad científica y quedaban relegados a prejuicios y

temores faltos de objetividad, aunque muchos otros, especialmente realizados por sicólogos, mostraban la verdadera realidad de los videojuegos.

Para comienzos de los años 90, la competencia entre empresas de videojuegos estaba más que revelada; aunque Atari aún seguía funcionando, había sido relegada a trabajar más en consolas de tipo Arcadia, mientras que Nintendo y Sega se repartían las ganancias de las videoconsolas. Esta competencia impulsó las investigaciones en informática para desarrollar mejores dispositivos, que tuviesen mayor realismo y fueran más atractivos. En 1992, Nintendo ganó esta batalla al sacar al mercado, antes que su competencia, una consola mejorada y mucho más potente, la SNES (Super Nintendo Entertainment System); al poco tiempo SEGA empezó la producción de su propia versión mejorada, la "Master Gear". Con los avances realizados, ya se podían clasificar con mayor precisión los tipos de videojuegos que salían al mercado, pero un nuevo personaje aparecería en la escena.

El computador, que ya estaba popularizado en muchos hogares del mundo, era mucho más accesible que en años anteriores, particularmente en Latinoamérica, donde los costos siempre habían sido exagerados; esto impulsó una nueva línea de videojuegos, que se dirigían al uso del computador, no solo como herramienta de trabajo sino ahora como centro de entretenimiento. Los primeros videojuegos para computador, aún estaban diseñados para sistemas operativos DOS®, luego para Windows® 3.1 y posteriormente para Windows® 95, que de nuevo amplió el panorama para mejorar las aplicaciones realizadas hasta el momento.

Esta década de los 90 avanzó de una manera inigualable en cuanto al desarrollo en materia de computación, y el videojuego, directamente afectado por esto, presentó una evolución impresionante. Otras compañías comenzaron a dedicarse al diseño y venta de videojuegos, aprovechando las nuevas posibilidades; videoconsolas con 32 megas, 4 bits de video, computadoras con más y más capacidades tecnológicas dieron pauta para la creación de la nueva saga de videojuegos conocidos como los juegos de 3 dimensiones. Para finales de esta década aquellos "clásicos" de 2 dimensiones quedaban superados por los efectos logrados por videoconsolas como la Nintendo® 64, el SEGA Dreamcast®, y el PlayStation de la corporación SONY®.

Empresas como Microsoft® invadieron el mercado del videojuego con sus versiones para computador de los diferentes tipos y clases de juegos conocidos. A pesar de los avances tecnológicos y la disminución en el tamaño de los equipos,

su precio no ha sido reducido, pero esto parece no ser obstáculo para su continuo consumo. Hoy en día se diferencian claramente los tipos de videojuegos que existen en el mercado, aunque esto no limita a que un videojuego incluya, en sí mismo diferentes tipos, es decir, no se limita a tener un formato exclusivo.

La historia de los videojuegos, igual que la de la tecnología en general, se escribe a diario, y no podemos sorprendernos si mañana aparece una nueva línea de desarrollo que incluya los avances de realidad virtual e inteligencia artificial.

Debido a la gran influencia que ha tenido el videojuego y la computación en general, las investigaciones en este campo han tratado de dar definición a los diferentes tipos de tecnología informática; y tomando su mismo recorrido, el porqué de su existencia y sus características específicas, consideramos al videojuego como:

> *"...**un sistema híbrido, multimedia hipermedia interactivo, consistente en actividades lúdicas cuya característica común es el medio utilizado y no el contenido del juego, que posee como objetivos la diversión y el aprendizaje"*** (Abella *et al*., 2005).

Después de ser definido, es apropiado conocer la tipología de los videojuegos para saber qué mensajes transmiten y de qué manera lo hacen.

2. Clasificación de los videojuegos

La clasificación actual más conocida es la realizada por Estallo (1995) en el que diferencia los siguientes tipos de videojuegos:

Tabla 5. Clasificación de los videojuegos según Estallo.

JUEGOS DE ARCADE	JUEGOS DE SIMULACIÓN	JUEGOS DE ESTRATEGIA	JUEGOS DE MESA
- Juegos de plataforma - Laberintos - Deportivos - Dispara y olvida	- Simuladores Instrumentales - Simuladores situacionales - Simuladores Deportivos	- Aventuras gráficas - Juegos de rol - Juegos de guerra	- Cartas, ajedrez, etc. - Ping pong, petacos, etc.

Una descripción más detallada de esta tipología se puede encontrar en el artículo de Estallo titulado sicopatología y videojuegos, publicado en 1997.

Aunque compartimos gran parte de la clasificación propuesta por Estallo, consideramos conveniente hacer algunas diferencias y apreciaciones, para lo cual proponemos la siguiente clasificación de videojuegos:

Tabla 6. Clasificación propuesta para los videojuegos.

TIPO DE VIDEOJUEGO	CARACTERÍSTICAS	EJEMPLOS
RAREZAS	Juegos repetitivos con un objetivo específico simple. Se basan en la velocidad de reflejos con relación al tiempo. El estímulo es únicamente puntaje numérico y aumento en la velocidad de reflejos.	Laser Blast, Activision, Pac-Man, Atari/Sears, Frogger, Parker Bross, Juegos de Atari (previos a 1986).
PLATAFORMAS	Juegos lineales con multiobjetivos específicos por nivel, que aumentan de complejidad proporcionalmente. Se mantiene la relación puntaje v/s tiempo. El estímulo es de puntaje, del objetivo cumplido, variaciones ambientales en los escenarios y la conclusión de la historia (llegar al final).	Super Mario Bross, Sonic The Hedgehog , The Hitman, Mega man, Circus, Tomb Raider, Blood Rayn, Resident Evil, Donkey Kon, Prince Of Persia.
DEPORTES	Juegos deportivos de interacción unipersonal o multipersonal. El estímulo es la victoria sobre el oponente.	Franquicias de deportes de “EA Games”.
SIMULACIÓN	Juegos que simulan situaciones y ambientes que pueden mezclar realidad y ficción. Se basan en factores de probabilidad matemática y últimamente en probabilidad sicológica. En cuanto al diseño varían en ambientación tridimensional con punto de fuga o con objetos tridimensionales.	Fligth Simulator, The Sim, SimCity, SimAnt, ZooTycoo, Spore.

CUERPO A CUERPO	Juegos tipo lucha, "vale todo", caracterizados por responder a secuencias de comandos ingresado por el usuario, con los que se mide tiempo de respuesta y combinación de secuencias.	Mortal Kombat, Street Fighters, Tekken, Soul Kalibur, King Of Fighters.
SHOOTERS "DISPARADORES"	Videojuegos basados en aventuras 3D de puntos de fuga, también conocidos como videojuegos de "*shot'em all*" (dispárale a todo).	Batlefield, Doom, Halo, Call of Duty, Gears of War, Warframe.
ESTRATEGIA	Gama de videojuegos que se divide en dos clases, estrategia compleja y juegos de rol. La primera se basa en el manejo de situaciones hipotéticas de un grupo, con órdenes directas del usuario que afectan la partida completa; y la segunda se basa en situaciones hipotéticas de un personaje específico, donde se alternan toma de decisiones con eventos de acción.	**De estrategia compleja**: Age of Empire, Star Craft, Alpha Centaury, Warcraft, League of Legends. **De rol:** Chrono Triggers, Diablo, The Legend of Zelda, Final Fantasy, The Elder Scroll, NeverWinter, Persona.

Una vez realizada la clasificación, podemos entender cuáles y cómo son los videojuegos que más llaman la atención del público y cómo influyen en el entorno sociocultural de los consumidores. Para esto es necesario hacer una revisión de las diferentes investigaciones realizadas en torno a la influencia del videojuego en el comportamiento y en el desarrollo cognitivo del ser humano.

3. Aspectos controvertidos sobre los videojuegos

La mayoría de las veces en que se ha hablado sobre videojuegos, se ha hecho de forma despectiva y atemorizante; se le han atribuido "adicciones" catastróficas que llevan a los jugadores a perder las relaciones familiares, debilitar su rendimiento académico, y hasta a generar comportamientos agresivos. La verdad es que casi todos esos comentarios son producto de la desinformación y el miedo al cambio que producen las nuevas tecnologías, además de ser producto de noticias sensacionalistas y sin ningún soporte científico (Estallo, 1997). Begoña Gros defiende su posición en pro de los videojuegos, argumentando que:

> "*Efectos perniciosos los tuvo en su tiempo la lectura, que limitaba el sueño y conducía a la locura; en su momento la televisión, la caja tonta, que acababa con la imaginación, el diálogo y la convivencia familiar; el ordenador, sustituto del trabajo manual e intelectual, …; en los últimos años la red de Internet también ha sido objeto de duras controversias. Todo depende del momento histórico en el que aparece, lo novedoso siempre asusta, es difícil adaptarse a ello, cuánto más actualmente, en que la ciencia al servicio de la técnica es capaz de modificar conductas y habilidades sociales.*"

Por otra parte, Etxeberria concluye que:

> "*A pesar de que muchas investigaciones no son definitivas, las recomendaciones relacionadas con los VJ hacen una llamada a la prudencia en su uso, ya que numerosos estudios (Klemm, B. et al., 1995; Ballard, M. -Wiest, R., 1995; Shutte, N. y otros, 1988; Anderson, C. et al., 1986; Braun, C. et al., 1986) ponen de manifiesto que existe una relación entre la práctica de los VJ violentos y la conducta agresiva y otros problemas relacionados con ella".*

Un reportaje publicado el 4 de mayo de 2002 por Alhelí Lara y David García, del Grupo Reforma de México, asegura que:

> "*Entre el 90 y el 95 por ciento de los videojuegos que se comercializan en México son violentos y causan una serie de trastornos fisiológicos a los menores, advirtieron expertos de la Universidad Autónoma Metropolitana"*, sin tener soportes científicos para tal afirmación, con lo cual puede persuadir a lectores inexpertos a prejuicios extendidos e incoherentes con la realidad de los videojuegos.

Aunque los puntos de vista están divididos entre dos bandos, opositores y defensores de los videojuegos, la mayoría de los informes de tipo científico, realizado en su mayoría por sicólogos, educadores y sociólogos, no muestran que los videojuegos afecten el desarrollo intelectual y social de los videojugadores, pero es bueno revisar los aspectos más relevantes a la hora de usarlos.

Un primer aspecto, y de hecho uno de los más controvertidos, es la **violencia** que pueden transmitir y fomentar los videojuegos. Las investigaciones realizadas hasta el momento señalan que la mayoría de los efectos agresivos son producto de la influencia de diversos aspectos, tales como la televisión, el cine,

y no responden exclusivamente al uso de videojuegos. Además, las conductas agresivas son manifestadas a corto plazo, y no presentan perturbaciones a largo plazo; se resalta que de hecho es el videojuego, en la medida en que hace partícipe al jugador, una alternativa para "desahogar" sentimientos agresivos reprimidos; también demuestran que existe una ligera alteración en la ansiedad en personas que no han jugado anteriormente a los videojuegos, pero que no representa ningún peligro en la conducta (Gerber y Abrams, 2014; Estallo, 1994; Irwin y Gross, 1995; Schutte *et al*., 1988; Brusa, 1987; Silvern y Williamson, 1987; Cooper y Mackie, 1986; Dominick, 1984; citados por Licona y Picolotto, 2001; Gross, 1998; Estallo, 1997). Como conclusión sobre este aspecto, podemos decir que las investigaciones no han demostrado ninguna relación directa entre el comportamiento agresivo y los videojuegos.

La **adicción**, también ha sido objeto de discusiones, pero en resumidas cuentas, como lo decía Estallo (1997):

> "*En la actualidad no existe ningún dato riguroso que haga suponer la posibilidad de una evolución comparable a la de un trastorno adictivo o del control de los impulsos en los jugadores de videojuegos";* y más adelante, Marqués (2000) apoya esta posición y concluye que "*Solamente personas que tengan un problema psicológico previo pueden llegar a encerrarse enfermizamente en las ficciones del mundo de los videojuegos…".*

Por lo tanto, es claro que en las investigaciones realizadas hasta el momento no se ha comprobado que los videojuegos produzcan adicción, en el sentido estricto de la palabra (Spekman, Konijn, Roelofsma y Griffiths, 2013); y, al igual que Gros, consideramos que la adicción al videojuego *"no deja de ser una valoración social"*; y da un ejemplo en el que contrasta el tiempo dedicado a una apasionante lectura, sin considerar las consecuencias y efectos físicos si ésta se realiza hasta altas horas de la madrugada, frente al tiempo que puede dedicarse al uso de un videojuego cuando este se encuentra igualmente en una etapa apasionante.

Un aspecto, que de hecho es bastante tocado por la educación, es la capacidad de **aislamiento** y cohibición social que promueve el videojuego. Todos los estudios señalan que no existen diferencias significativas en las relaciones sociales de un videojugador y un no jugador (Drummond y Sauer, 2014). Uno de los principales argumentos que usan los detractores de los videojuegos es que el usuario pasa muchas horas al día aislado y sin compañía, más allá de la consola o el computador, y que por lo tanto no sabe desarrollar competencias comunicativas

con los demás, aislándolo en un mundo sin "humanos". Para responder a esto, citaremos a Esther del Moral (1996), que afirma:

> *"...tras el estudio que hemos llevado a término, se ha podido comprobar cómo es precisamente a partir de la dinámica establecida por los videojuegos que se generan nuevos modos de socialización".*

Jugar es una actividad innata en el ser humano, pero los pocos momentos en el que se permite el juego es a la hora de descanso recreo o recesos, en los cuales se reconocen las capacidades de comunicación y sociabilidad de los estudiantes cuando realizan actividades colectivas como el fútbol entre otros deportes, las escondidas o los "ponchados" etc., pero igualmente los videojuegos pueden requerir de esa colectividad; de hecho, el éxito de los actuales videojuegos se debe a la posibilidad de jugarlos en red, además permiten el intercambio de información entre jugadores, que se pasan "claves", estrategias y modos de juego entre sí.

Una mayor profundización sobre investigaciones que también analizan aspectos controversiales como el **sexismo** y el **racismo** puede ser consultada en el trabajo recopilado por Licona y Picolotto (2001).

Figura 2. Representación de los aspectos más controversiales sobre los videojuegos.

4. Videojuegos y su uso en la educación

Ya hemos mencionado anteriormente, las virtudes de los videojuegos como herramientas facilitadoras de algunos procesos de enseñanza y aprendizaje, pero varias preguntas se darían en este punto: ¿Cómo debe realizarse la implementación de un videojuego en el aula?, ¿qué papeles desempeñan los docentes y los estudiantes con un videojuego?, ¿qué videojuego utilizar?, ¿cómo conseguirlo?

Inicialmente, mencionaremos que la realización de actividades de aula, deben ser planificadas, estructuradas y organizadas con el fin de mejorar el aprendizaje por parte de los estudiantes. De esta manera, señalamos que el uso del videojuego no puede ser aislado de las actividades de aula, tanto en los aspectos teóricos como en los experimentales; y, por tanto, su implementación requiere de una relación directa con dichas actividades, lo cual requiere que sea controlado con un continuo seguimiento y debe estar orientado y liderado por el profesor (Hanus y Fox, 2015).

Nos damos cuenta que es necesario un conocimiento profundo del videojuego a utilizar, sin descuidar el conocimiento disciplinar y los saberes pedagógicos y didácticos. Podría pensarse que ya es suficiente para el docente con los dos últimos, pero no considerar todos los aspectos tecnológicos en los que se desenvuelven los estudiantes, nos pone en desventaja, ya que el videojuego –igual que todas las nuevas tecnologías– hacen parte de la realidad social en la que los ellos aprenden y donde se desenvuelven con gran facilidad en su cotidianeidad.

El conocimiento superficial de los videojuegos ha permitido que estos se incluyan en forma de pequeñas aplicaciones dentro de la mayoría de los programas multimedia diseñados para la educación; se les utiliza debido a la gran motivación que despiertan en los estudiantes y a que pueden ser considerados como “actividades” extras a las diseñadas en el programa multimedia.

En este punto, es conveniente hacer una aclaración; al igual que con el software en general, podemos hablar de software **utilizado** en la educación, y software **diseñado** para la educación. A los videojuegos se les puede hacer la misma clasificación, aunque las referencias sobre videojuegos **diseñados** para la educación son muy pocas, tanto en español como en inglés. Para esto haremos una breve descripción de lo que hasta el momento se ha desarrollado en este campo centrándonos en la educación en ciencias.

Como trabajo clásico, en la línea de diseño de videojuegos educativos, podemos resaltar el trabajo desarrollado por la Pontificia Universidad Católica de Chile titulado "*Más allá de Mortal Kombat: Diseño y evaluación de Videojuegos Educativos para Lenguaje y Matemáticas del nivel Básico 1*" (Rosas *et al*., 2000). Éste es un claro ejemplo de la necesidad de trabajar conjuntamente, tanto diseñadores como docentes, para obtener un producto que permita ser incorporado en las actividades de aula sin descuidar todos los aspectos pedagógicos y didácticos que esto conlleva. En este trabajo se describe el resultado de la implementación de seis diferentes videojuegos, diseñados para la plataforma Gameboy de Nintendo y que se basan en los contenidos curriculares básicos, en las áreas de matemáticas y lenguaje. Aunque son videojuegos pequeños y sencillos, los resultados obtenidos por la implementación de estos en el trabajo en el aula, muestran que tanto la motivación, la atención, la concentración, el aprendizaje y el logro de objetivos transversales aumentaron considerablemente frente al grupo manejado en la experiencia.

En base a las referencias consultadas, no existe en el mercado amplia variedad de videojuegos educativos para la enseñanza de las ciencias, aunque sí se conocen varias aplicaciones hipermedia que, como ya mencionamos, incluyen momentos de juego con el formato de videojuego. Tal es el caso del programa "Chemicus" (publicado por Tivola Publishing Inc., y desarrollado por Heureka-Klett, 2002), que se basa en algunos conceptos de química para desarrollar una historia interesante para algunos, pero aburrida para los videojugadores. Según sus propias experiencias publicadas en un blog del magazine electrónico de videojuegos "Eblong", el "Chemicus" igual que otras aplicaciones mitifica y especula sobre la química.

Inicialmente mencionamos que un videojuego tiene claros objetivos de entretenimiento, para lo cual debe contar, como lo mencionan los expertos hoy en día, con una historia. Los más recientes estudios en torno a los videojuegos, señalan que su éxito radica en el mundo que logran crear para el jugador; ya quedaron atrás aquellos juegos de simple velocidad de reacción, memoria o de matanzas sin sentido; la demanda más alta hoy en día en materia de videojuegos la tienen los juegos de rol, estrategia compleja y deportivos. Es precisamente la calidad de la historia que cuentan los videojuegos lo que da su valor ante el público, y lo que permite a los diseñadores continuarla en futuras expansiones o actualizaciones (Hamari *et al*., 2016; Guillén-Nieto y Aleson-Carbonell, 2012).

Si deseamos generar videojuegos que nos sirvan para enseñar, debemos jugar con las reglas de los videojuegos. No es difícil ver, cómo sencillos videojuegos de práctica y ejercitación dejan de ser llamativos para los estudiantes, lo que los pone en riesgo de caer en el estigma nada agradable de que "el videojuego educativo es aburrido". Estas consideraciones pueden ser desfavorables a la hora de utilizar un videojuego en el aula; al igual que en ocasiones los textos de ciencia son considerados como difíciles, aburridos y confusos, generando prevenciones hacia su uso por parte de los estudiantes, el videojuego –así como el software educativo– puede perjudicar su aceptación entre el estudiantado.

Para evitar el fracaso a la hora de diseñar videojuegos educativos, se ha tomado la variante de utilizar versiones comerciales y aplicarlas a la educación. Tal es el trabajo desarrollado por el Grupo F9 de la Universidad de Barcelona, en el cual se resalta el valor educativo de diversos tipos de videojuegos que ya se encuentran reconocidos comercialmente. Estas investigaciones dan orientaciones a la hora de seleccionar un videojuego y calificar su potencial educativo, y ofrecen secuencias de aplicación para obtener el mayor beneficio de ellos, estas contribuciones pueden ser revisadas en las páginas web de los integrantes del grupo, donde también se encuentran ejemplos de videojuegos aplicados a la enseñanza, no solo de las ciencias sino de otras asignaturas.

Como puede verse allí, no se posee mucha información acerca de videojuegos creados para la educación, y esto tal vez se debe al poco éxito de estos a la hora de implementarse en un ámbito educativo. Este fracaso puede estar relacionado con la falta de liderazgo del docente a la hora de ser diseñados, ya que, como todo recurso educativo, se requiere de una participación firme y constante de los docentes involucrados en el diseño y desarrollo de éste; liderazgo en cuanto a la forma más adecuada de enseñar los conceptos a tratar y del papel que jugaran tanto los docentes como los estudiantes usuarios del software. Pueden reconocerse videojuegos educativos con un gran desarrollo tecnológico, o con grandes contenidos de información, pero sin aspectos didácticos que lo hagan valioso, y sin componentes visuales que lo hagan llamativo.

Trabajos como el propuesto por Sedeño (2002), valoran la calidad del video como base para ganar impacto en el videojugador, pero que no debe descuidar aspectos como la versatilidad, la interactividad y los contenidos textuales que debe tener. Un ejemplo más de los aspectos que deben tenerse en cuenta a la hora de desarrollar videojuegos educativos, son los escenarios que pueden generarse y que le permiten a los estudiantes relacionar su medio, la posibilidad

de salvar o guardar los avances realizados, el sonido que ambienta los escenarios y la información general que provee el videojuego, para su uso en clase por parte del profesor (McFarlane *et al*., 2002), (Hanus y Fox, 2015).

Como vemos, la incorporación de los videojuegos en la enseñanza no ha tenido una mayor historia. Las investigaciones realizadas frente a los impactos de los videojuegos es extensa (Barab *et al*., 2009; Cheng, Lin, y She, 2015; Clark *et al*., 2011; Dickey, 2011; Echeverría, Barrios, Nussbaum, Améstica, y Leclerc, 2012; Hamlen, 2011; Hanus y Fox, 2015; Meluso, Zheng, Spires, y Lester, 2012; Tsiatsos y Konstantinidis, 2012, entre otros autores), pero los estudios sobre la evaluación de esos impactos a nivel educativo no lo es. Se ha comenzado a usar videojuegos comerciales en la educación y analizar su impacto, y solo pocos proyectos a nivel de desarrollo de videojuegos educativos han logrado éxito, debido a fallas de diseño que pueden ser superadas si se considera la razón de ser del videojuego y las reglas que lo hacen tan exitoso.

Un aspecto primordial que no se puede descuidar hace referencia a los papeles que juegan tanto profesores como estudiantes a la hora de implementar el videojuego. Como ya lo mencionamos, hasta el momento el docente se ha convertido en un espectador más de lo que sucede en los programas multimedia que ha decidido utilizar en sus clases, no ha podido modificar ni adecuar, los contenidos y propósitos del programa a lo que él necesita en un momento determinado del desarrollo de contenidos y temáticas; esto no puede suceder con el videojuego.

El videojuego debe convertir al docente en un participante más, debe darle herramientas para ser modificado y adecuado sin sacrificar tiempo y recursos en ello; el videojuego le permite al profesor ser un guía virtual en el mundo que el juego está creando para el estudiante. Su papel debe ser el de aquel que selecciona el videojuego más apropiado para lograr sus objetivos, de aquel que debe estar atento a relacionar cada partida con las actividades realizadas, de quien tiene el control del tiempo de juego, y debe ser quien retroalimente lo que el estudiante está aprendiendo sin saberlo; pero no puede ser un personaje pasivo, debe tener el control para cambiar el juego, de añadirle nuevos problemas, de aumentar su dificultad, pero como lo dijimos, sin tener que aprender a programar o diseñar videojuegos.

El estudiante, igual que el profesor, cambia su papel; en el videojuego él se convierte en el centro de atención, a diferencia de los programas multimedia

donde es un simple espectador; en este caso él es quien dirige el desarrollo de la historia, son sus decisiones las que importan y dan forma al mundo virtual que se crea por medio del videojuego, y el profesor debe ser consciente de lo que busca el estudiante tal como lo señala Gros (1998):

> "*...los niños en general no quieren saber si aprenden o no cuando juegan, sus motivaciones no son educativas…., en definitiva lo que desean es jugar y pasar el rato"*, y estamos de acuerdo cuando afirma que "*El uso de videojuegos confiere un papel activo al alumno ya que al jugar:*
>
> - *Deja de ser un sujeto pasivo y a través de la interacción con el programa pasa a la acción y desarrolla sus propias estrategias para los problemas que se le plantean.*
> - *Escoge su camino y adquiere autonomía tanto en el desarrollo de la actividad como en el proceso.*
> - *Asume las consecuencias de sus propias decisiones, aprendiendo de los errores y creando nuevas estrategias que le faciliten la resolución de las situaciones que se le plantean."*

Se requiere entonces que tanto profesor como estudiante sean equipo conjunto en el desarrollo del videojuego, cambiando lo que no es apropiado y fortaleciendo lo que permite mejorar las actividades en las que se utiliza este recurso.

Es de esperarse que la implementación de un videojuego en el aula no sea totalmente fácil, necesita de profesores y alumnos dispuestos a explorar un nuevo mundo de posibilidades educativas con el uso del videojuego; y como hemos visto, la selección del videojuego apropiado es en ocasiones el paso más difícil, considerando los pocos y casi nulos títulos de éxito diseñados para la educación.

Ejemplo de un videojuego educativo en la enseñanza de la química

A continuación, se presenta de forma muy general, la descripción de una primera versión de un videojuego que se ha creado en el contexto de la enseñanza de la química, con el objetivo de contribuir a la comprensión de las visiones discontinuas de la materia.

Nombre: "C.C. 2005: ESCAPE DE ELBICKHO" v.1.0

Tipo: Videojuego de Rol en 2 Dimensiones.

Plataforma: PC Windows.

Número de jugadores: 1 (uno).

Objetivo: Realizar un recuento histórico que mejore la apropiación del concepto discontinuidad de la materia apoyado en la aplicación de una unidad didáctica soportada en un video juego.

Dirigido a: Estudiantes de educación básica secundaria y media.

La elaboración de este videojuego se ha fundamentado en apartes de la historia de la química, específicamente en una reconstrucción histórica realizada sobre la evolución del concepto de discontinuidad de la materia. Se ha creado un guión que toma las situaciones y actores más destacados durante la evolución de dicho concepto, desde sus inicios en la Grecia antigua, hasta principios del siglo XX.

El entorno ubica a un personaje principal (cuyo nombre es seleccionado por el jugador), quien tiene la misión principal de regresar a su espacio y tiempo actuales, pues ha sido enviado a un mundo y época diferente, donde se encuentra con personajes que evocan a los actores científicos principales relacionados con la discontinuidad de la materia. Durante su viaje de regreso, debe realizar varias sub-misiones, en las cuales adquiere mejoras en su físico, intelecto, habilidad, destreza, etc. –de acuerdo a las características de los juegos de rol– y se enfrenta a representaciones simbólicas de la concepción de la materia en cada una de sus diferentes etapas. El personaje se enfrenta diferentes eventos de batalla que permiten a los jugadores no reconocer que se trata de un videojuego educativo, por lo que se asemeja a un video juego comercial.

Para la elaboración técnica del entorno del videojuego se utilizó la plataforma de trabajo DIV2 Games Studio, creado por Daniel Navarro Medrano y desarrollado por Hammer Technologies. La herramienta de apoyo y programación utilizada fue el DIV2 RPGMaker V.1.0, elaborado por BEORN, la cual fue modificada y acondicionada, generando una versión 2.0a. La edición de gráficos en 2D se realizó mediante Corel Photopaint 10 y Tile Studio v.2.1, mientras que las animaciones y graficas en 3D se lograron mediante el programa 3D Max Studio R3. En el diseño de los clips animados se utilizó Director 8 y Videomach 2.5.6. Para la edición de los efectos de audio se utilizó el editor de audio incorporado en DIV2 y Goldwave.

Se diseñó el videojuego como parte de una unidad didáctica (orientada desde la resolución de problemas), en la cual se realiza la correlación de los escenarios, personajes y sucesos vistos en el videojuego con las temáticas tratadas en clase. Un ejemplo de esta aplicación se puede ver en la actividad número 6 de la Unidad Didáctica elaborada, que plantea la siguiente pregunta: ¿Por qué razones existen enfrentamientos entre *Sustancialistas* y *Corpuscularistas*?

Para utilizar el juego en busca de la respuesta, el personaje se adentra en el bosque de Corpusk: Itermiha (correspondiente al nivel 5), donde tiene constantes enfrentamientos que le otorgan mejorar en sus atributos. Durante esta travesía se encuentra con Becher, Stahl y Boyle, químicos con visiones de la materia en contraposición. Cada personaje utiliza ataques "mágicos", que representan su visión personal de la constitución de la materia, la cual ha sido representada gráficamente. Luego a la entrada de la ciudad de Corpusk, Espherus, se le solicita obtener un "poder mágico" que puede conseguir únicamente con Boyle, y mientras no lo tenga no se le permitirá pasar. Esto hace que el personaje hable con Boyle para poder adquirir este "poder esférico", que siendo más potente que los ataques de los Susthan (analogía de los sustancialistas) le permite acercarse más al final de la historia. En clase, se puede debatir sobre los argumentos sustancialistas v/s corpuscularistas, y el cómo ellos están representados en el juego.

Este es un pequeño ejemplo del tipo de actividades propuestas en la unidad didáctica, las cuales fueron aplicadas en un grupo de prueba de 20 estudiantes pertenecientes a grados 9°, 10° y 11° de un centro educativo privado, que realizaron sesiones de videojuego diarias durante 6 semanas. Esta prueba inicial reveló datos importantes que sugirieron adecuar el videojuego a sistemas operativos más actuales, mejoras de video y resolución y otras actualizaciones, las que se están realizando actualmente para poder llevar a cabo una prueba completa, cuyos resultados serán socializados en futuras publicaciones.

Finalmente, presentamos algunas imágenes de escenarios extraídos de **"C.C. 2005: ESCAPE DE ELBICKHO"**.

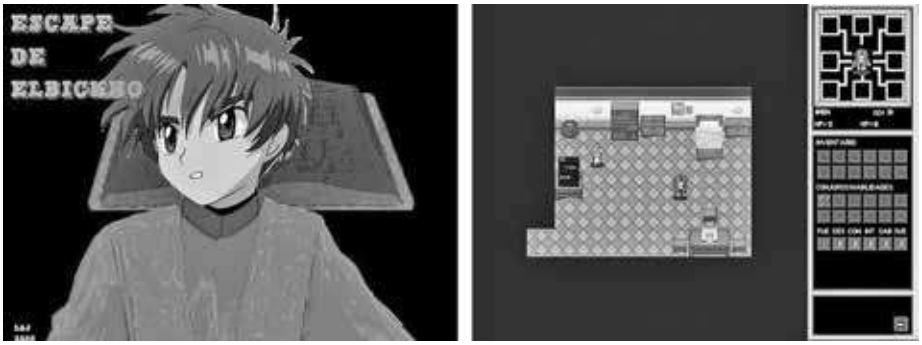

Figura 3. Pantalla de presentación **y** Habitación inicial.

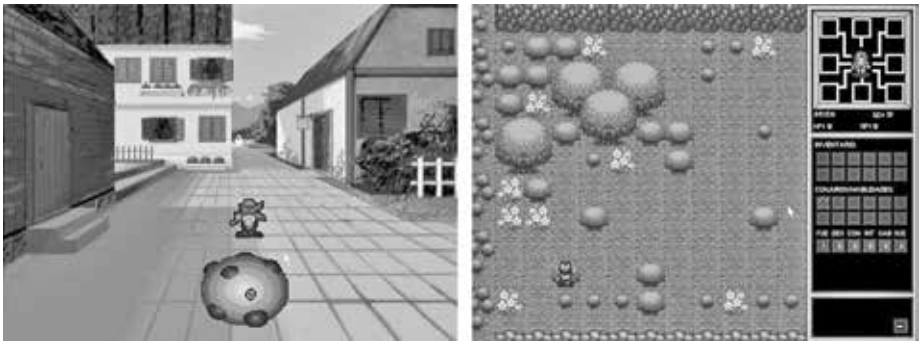

Figura 4. Evento de ataque y Mapa bosque.

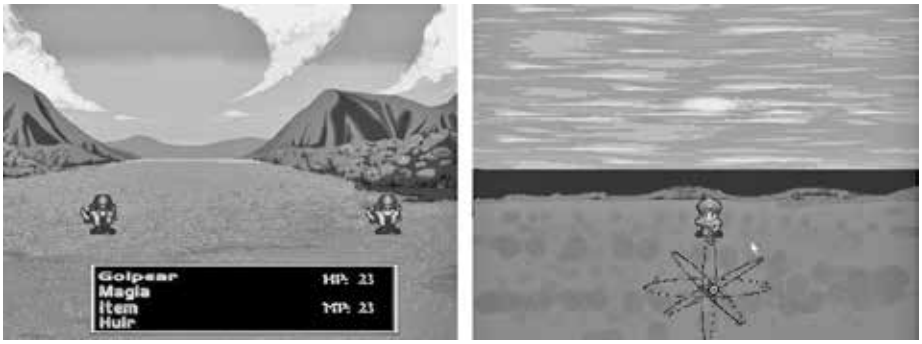

Figura 5. Menú de batalla y Evento de ataque.

Referencias bibliográficas

Abella, L. E., Castelblanco, J. L., & García-Martínez, Á. (2005). *La Enseñanza y el aprendizaje de la naturaleza discontinua de la materia en estudiantes de secundaria. diseño de una unidad didáctica computarizada basada en el uso del video juego*. Universidad Distrital "Francisco Jose de Caldas."

Barab, S. A., Scott, B., Siyahhan, S., Goldstone, R., Ingram-Goble, A., Zuiker, S. J. & Warren, S. (2009). Transformational play as a curricular scaffold: Using videogames to support science education. *Journal of Science Education and Technology*, *18*(4), 305–320. https://doi.org/10.1007/s10956-009-9171-

Cheng, M. T., Lin, Y. W., & She, H. C. (2015). Learning through playing Virtual Age: Exploring the interactions among student concept learning, gaming performance, in-game behaviors, and the use of in-game characters. *Computers and Education*, *86*, 18–29. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.03.007

Clark, D. B., Nelson, B. C., Chang, H. Y., Martínez-Garza, M., Slack, K., & D'angelo, C. M. (2011). Exploring Newtonian mechanics in a conceptually-integrated digital game: Comparison of learning and affective outcomes for students in Taiwan and the United States. *Computers and Education*, *57*(3), 2178–2195.

https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.05.007

Del Moral P., M. E. (1996). Juegos de Rol, aventuras gráficas y videojuegos: la creatividad lúdica a través del software, En: *Revista Aula de innovación educativa*, pág. 63-67, Universidad Pública de Navarra.

Dickey, M. D. (2011). Murder on Grimm Isle: The impact of game narrative, *42*(3), 456–469. https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01032.x

Drummond, A., & Sauer, J. D. (2014). Video-games do not negatively impact adolescent academic performance in science, mathematics or reading. *PLoS ONE*, *9*(4), 23–25. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087943

Echeverría, A., Barrios, E., Nussbaum, M., Améstica, M., & Leclerc, S. (2012). The atomic intrinsic integration approach: A structured methodology for the design of games for the conceptual understanding of physics. *Computers and Education*, *59*(2), 806–816. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.03.025

Estallo, J. A. (1995). *Los videojuegos. Juicios y prejuicios*. Barcelona: Planeta.

Estallo, J. A. (1997). Psicopatología y Videojuegos, Institut Psiquiàtric. Dpto. de Psicología, Disponible en http:// www.ub.es/personal/videoju.htm

Etxeberria, F. (1998). Videojuegos y Educación, En: *Revista Comunicar* No. 10. Editorial: Centre d'Estudis Vall de Segó. Pág. 171-180.

Etxeberria, F. (1999): "Videojuegos y educación", En Etxeberria, F. (Coord): *La Educación en Telépolis.* Editorial Ibaeta. Donosita.

Galvis P. Á. (1997). *Ingeniería de Software Educativo*, Ed. Ediciones Uniandes Bogotá.

García-Martínez, A., Hernandez-Barbosa, R., & Abella-Peña, L. (2018). Diseño del trabajo de aula: un proceso fundamental hacia la profesionalización de la acción docente. *Revista Científica,* 33(3), 316-331. Doi: https://doi.org/10.14483/23448350.12623

Gerber, H. R., & Abrams, S. S. (2014). *Bridging literacies with videogames*. *Bridging Literacies with Videogames*. https://doi.org/10.1007/978-94-6209-668-4

Gros B., (1997). *Diseños y programas educativos: Pautas pedagógicas para la elaboración de* Editorial Ariel, S.A. Barcelona, España.

Gros, B (2000). La dimensión socioeducativa de los Videojuegos. Publicado en: *Revista Edutec* No.12.

Gros, B (Coord) (1998). *Jugando con videojuegos: educación y entretenimiento*. Bilbao: Desclée de Brouwer.

Gros, B., (2000) *El ordenador invisible: hacia la aproximación del ordenador en la enseñanza,* Ed. Gedisa, Barcelona.

Guevara B. J., García M. A., Cruz A. C. & Sánchez L. A. (2006) Computer-based Didactic Unit supported on simulator for the process of simple and fractioned distillation in the context of teaching and learning Chemistry – UDQuim. *Current Developments in Technology-Assisted Education*. Publisher: FORMATEX, Badajoz (Spain). ISBN: 978-84-690-4268-7. Printed by INDUGRAFIC S.A.

Guillén-Nieto, V. & Aleson-Carbonell, M. (2012). Serious games and learning effectiveness: The case of It's a Deal! *Computers and Education*, *58*(1), 435–448. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.015

Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J., & Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, *54*, 170–179. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045

Hamlen, K. R. (2011). Children's choices and strategies in video games. *Computers in Human Behavior*, *27*(1), 532–539. https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.10.001

Hanus, M. D., & Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers and Education*, *80*, 152–161.

Licona, A. & Piccolotto, D. (2001). Los videojuegos en el contexto de las nuevas tecnologías: relación entre las actividades lúdicas actuales, la conducta y el aprendizaje. Disponible en: http://www.sav.us.es/pixelbit/articulos/n17/n17art/art174.htm

Marqués, G. P. (1995), *educativo "Guía de uso y metodología de diseño"*, Ed. Estel. Barcelona.

Mcfarlane A., Sparrowhawk A. & Helad, Y. (2002) Report on the Educational use of games, publicado por TEEM, en www.nestafuturelab.org/research/reviews/08_17.htm

Meluso, A., Zheng, M., Spires, H. A., & Lester, J. (2012). Enhancing 5th graders' science content knowledge and self-efficacy through game-based learning. *Computers & Education*, *59*(2), 497–504. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.019

Murray-Lasso M. A. (1997). Nuevas tecnologías en la enseñanza-aprendizaje.

Orlik, Y. (2002). *Química: métodos activos de enseñanza y aprendizaje.* Grupo editorial Iberoamericana, México DF, México

Osuna A. S. (2002). Educación Multimedia: La clave para el paso de milenio.
Disponible en: http://www.uned.es/ntedu/espanol/master/primero/modulos/multimedia/milenio.htm
Publicado en Revista LA ACADEMIA, Julio - Agosto de 1997. Disponible en: http://www.hemerodigital.unam.mx/ANUIES/ipn/academia/10/sec_4.htm

Rosas R., Nussbaum M., *et al*. (2000). Más allá de Mortal Kombat: Diseño de videojuegos educativos para lenguaje y matemáticas del nivel básico 1, Publicado en: "Psykhe: Revista de la Escuela de Psicología" Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile.

Sedeño, A. M. (2002). La componente visual del videojuego como herramienta Educativa, OEI-Revista Iberoamericana de Educación, (versión Digital). www.campus-oei.org/revista/deloslectores/308sedeno.pdf

Sierra, J. L. (2000). *Informática y enseñanza de las ciencias. En: Perales y Cañal. Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*, Editorial Marfil, Madrid, España.

Spekman, M. L. C., Konijn, E. A., Roelofsma, P. H. M. P. & Griffiths, M. D. (2013). Gaming addiction, definition and measurement: A large-scale empirical study. *Computers in Human Behavior*, *29*(6), 2150–2155.
https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.05.015

Tsiatsos, T. & Konstantinidis, A. (2012). Utilizing Multiplayer Video Game Design Principles to Enhance the Educational Experience in 3D Virtual Computer Supported Collaborative Learning Environments. *2012 IEEE 12th International Conference on Advanced Learning Technologies*, 621–623. https://doi.org/10.1109/ICALT.2012.54

CAPÍTULO 10

PENSAMIENTO CIENTÍFICO Y PENSAMIENTO COMPUTACIONAL

UNA EXPERIENCIA EN FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO

María A. Lorenzo R.*, Xabier Álvarez L., María Álvarez L., Uxío Pérez R., Manuel Caeiro R.

Contenido

- Resumen
- Introducción
  Qué implica saber programación y robótica para el profesorado de ciencias
  Percepciones del profesorado en relación con la integración de habilidades de pensamiento computacional y su formación - El caso español
- Justificación
  Competencia en ciencia y tecnología - Las TIC en la enseñanza de las ciencias
- Desarrollo de la experiencia
  Objetivos
  Recursos
  Metodología
- Resultados de la experiencia
- Conclusiones
- Referencias bibliográficas

(*) Profesora visitante del Proyecto AKA EDU-03, 2017.

Resumen

La experiencia que se presenta, se enmarca dentro de los Cursos de Extensión Universitaria de Verano que organiza el Vicerrectorado del Campus de Pontevedra, Universidad de Vigo (España): *Enseñar ciencias con robótica, programación y producción de contenidos multimedia*. En este capítulo, nos ocuparemos de las actividades realizadas por un grupo de 32 profesoras en formación inicial, de los Grados en Educación Infantil y Primaria, sobre introducción de programación, robótica y pensamiento computacional en la enseñanza de las ciencias.

La literatura reciente muestra que el uso de las TIC va más allá de la incorporación de pizarras digitales y ordenadores en los centros y que, además, su aplicación demanda una formación específica del profesorado, tanto desde el punto de vista de su uso como de su implementación en las propuestas didácticas. La necesidad de establecer sinergias entre la educación científica, el pensamiento computacional y la didáctica parte, principalmente, del carácter transversal que los currículos prescriben en relación con la incorporación de las TIC en educación infantil y primaria.

La secuencia de actividades utilizada, sigue una metodología socioconstructivista, basada en la Teoría de la Actividad, la autorregulación de los aprendizajes y el Ciclo de Karplus. Así, cada una de las fases implica procesos de autoevaluación y co-evaluación, que permiten ir adaptando las secuencias a los diferentes ritmos de aprendizaje y a la construcción de nuevas ideas.

Los resultados de la experiencia muestran que existe gran interés entre el futuro profesorado por aprender a integrar las TIC en sus clases de ciencias y demanda más formación al respecto, a fin de contribuir a desarrollar competencias tecnocientíficas en su futuro alumnado.

Introducción

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) se han vuelto imprescindibles para el avance y el progreso de las sociedades actuales y han producido enormes transformaciones científico-tecnológicas. En el marco de la educación, en general y, de la educación científica, en particular, ello supone una reformulación de la práctica docente. En este sentido, la formación inicial del profesorado ha de contemplar las relaciones entre Ciencia-Tecnología-Sociedad, lo que exige repensar los fines de la educación científica actual e integrar la alfabetización di-

gital (Strieder, Bravo y Gil, 2017). Así, los futuros maestros de Educación Infantil y Educación Primaria han de adquirir las competencias docentes que les permitan integrar las TIC en sus clases de ciencias.

La incorporación y uso de recursos didácticos, medios auxiliares y nuevas tecnologías está cambiando la práctica educativa (Cabero, Bartolomé, Cebrián, Duarte, Martínez y Salinas, 1999) al exigir, cada vez más, que el personal docente adquiera criterios que le permitan seleccionarlos, usarlos y organizarlos de manera adecuada (Area, 2009), pero no resulta una tarea fácil, tal como señalan Rivero, Gómez y Abrego (2013).

Hoy en día, sabemos que seguir los avances tecnológicos es una tarea difícil, sobre todo para aquellas personas que deben incorporarlas de manera transversal en su docencia. En este proceso, aparece el pensamiento computacional (Wing, 2006, 2011) como el proceso mental que pretende englobar las habilidades necesarias que permitan entender y aprovechar mejor las TIC, para que las personas dejen de ser meras consumidoras de recursos y pasen a ser productoras de sus propias creaciones, a fin de dar respuesta a los retos que se presentan.

En relación con lo dicho, de las cinco áreas que integran la competencia digital señaladas en el Marco DIGCOMP 2.0 (Ferrari, 2014), la "creación de contenido digital" menciona la necesidad de formar personas que sean capaces de crear sus propios contenidos multimedia, para lo cual deben aprender programación informática.

En palabras de la propia Janette Wing (2011): "*Computational thinking is the thought processes involved in formulating problems and their solutions so that the solutions are represented in a form that can be effectively carried out by an information-processing agent*".

A partir de esta propuesta surgirán otras, como la de Aho (2012): "*Computational thinking is the process of formulating problems in a way that solutions can be represented as algorithms and computational steps*".

Por su parte, Computer Science Teachers Association (CSTA) e International Society for Technology in Education (CSTA e ISTE, 2009, p. 1) señalaron que el Pensamiento Computacional es un proceso que ayuda a resolver problemas y que necesita de unas ciertas habilidades y destrezas por parte del profesorado y el alumnado:

Procesos presentes en el Pensamiento Computacional que ayudan a resolver problemas	Habilidades y destrezas necesarias para poder llevar esto a la práctica
• Formular problemas de forma que se permita el uso de un ordenador y otras herramientas para ayudar a resolverlos.	• Confianza al trabajar con la complejidad.
• Organizar y analizar lógicamente la información.	• Persistencia al trabajar con problemas difíciles.
• Representar la información a través de abstracciones, como los modelos y las simulaciones.	• Tolerancia a la ambigüedad.
• Automatizar secuencias haciendo uso del pensamiento algorítmico (estableciendo una serie de pasos ordenados para llegar a la solución).	• Habilidad para enfrentarse a problemas abiertos y cerrados.
• Identificar, analizar e implementar posibles soluciones, con el propósito de lograr la combinación más efectiva y eficiente de pasos y recursos.	• Habilidad para comunicarse y trabajar con otros para lograr una meta en común y soluciones.
• Generalizar y transferir este proceso de resolución de problemas a otros problemas	

Tabla 1. Problemas que el Pensamiento Computacional ayuda a resolver y habilidades y destrezas que alumnado y profesorado deben tener en cuenta para poder llevarlo a cabo. (Elaboración propia. Fuente: CSTA e ISTE, 2009, p. 1).

Cabe señalar que muchas de estas implicaciones, habilidades y destrezas están presenten en el pensamiento matemático, en el pensamiento científico y, en especial, en el pensamiento crítico, tal como indican Barr, Harrison y Conery (2011). Por ello, serán muchos los debates que giren en torno al tema y que hagan, entre otras cosas, que Janette Wing (2011, p. 1) publique una nueva definición: "*Computational thinking is the process of recognising aspects of computation in the world that surrounds us, and applying tools and techniques from Computer Science to understand and reason about both natural and artificial systems and processes*".

Qué implica saber programación y robótica para el profesorado de ciencias

Álvarez-Lires, Arias, Pérez y Serrallé (2013) señalan que la formación del profesorado, en general, y la Didáctica de las Ciencias Experimentales, en particular, deben contribuir al desarrollo de competencias tecnocientíficas en estudiantes de los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria, lo que a su vez supone un reto pues, además de adquirir competencias docentes, ha de aprender a desarrollar competencias clave en su futuro alumnado.

Otro de los grandes retos que presenta el uso de recursos digitales interactivos en las clases de ciencias es el hecho de que el profesorado no sólo debe buscar la manera de integrarlos en sus propuestas didácticas, sino que debe conocer sus características y funciones para poder construirlos, programarlos y vincularlos a otros dispositivos, como es el caso de la robótica educativa.

Al igual que la educación científica, el pensamiento computacional, al que nos referiremos en el apartado de justificación, pretende propiciar situaciones que permitan que el alumnado analice y relacione ideas, para representar procedimientos de manera lógica. Además, diversas autorías señalan que estas habilidades se deben favorecer desde las primeras etapas (Zapata-Ros, 2015; Coll, 2005; Monereo, 2005, 2009; National Educational Technology Standards [NETS], 2007).

Así, pues, el profesorado de Educación Infantil y Primaria debe desarrollar su nivel de competencia digital, pues sólo así podrá contribuir a que su alumnado la adquiera, en el marco de un modelo de enseñanza y de aprendizaje, en el que las TIC son transversales (Vilches y Gil Pérez, 2013). Además, sus habilidades en TIC deben ir unidas a las científicas, de manera que sepa diseñar propuestas didácticas dentro de un modelo socioconstructivista y globalizador, cuyo objetivo principal sea el desarrollo de competencias, en este caso, tecnocientíficas (Lorenzo, Caeiro, Álvarez-Lires y Álvarez-Lires, 2018).

Percepciones del profesorado en relación con la integración de habilidades de pensamiento computacional y su formación - El caso español

El último informe del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) (INTEF, 2018), sobre “Programación, robótica y pensamiento computacional en el aula,

Situación en España", recoge la situación actual de estas habilidades en la enseñanza:

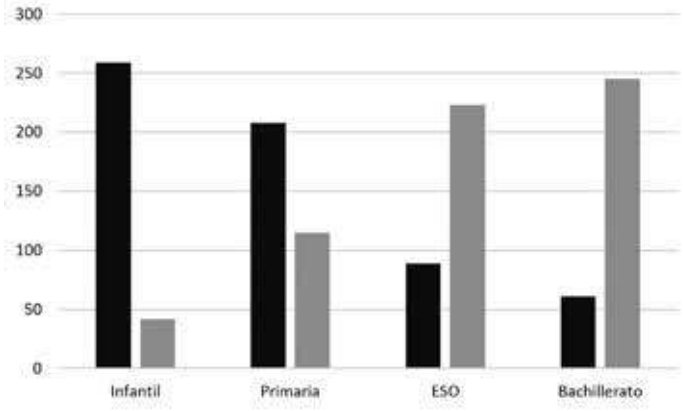

Figura 1. Respuesta a la pregunta: ¿Considera que deberían incluirse la programación, la robótica y el pensamiento computacional en las distintas etapas educativas? En color negro, de forma transversal; en gris, de forma específica. Fuente: INTEF, 2018.

Como se puede ver, la mayoría coincide en la idea de que la integración de estas habilidades debe hacerse de forma trasversal en la Educación Infantil y la Educación Primaria, mientras que en la Educación Secundaria Obligatoria y en el Bachillerato debe ser específica.

En contraposición con estos resultados, encontramos las siguientes respuestas:

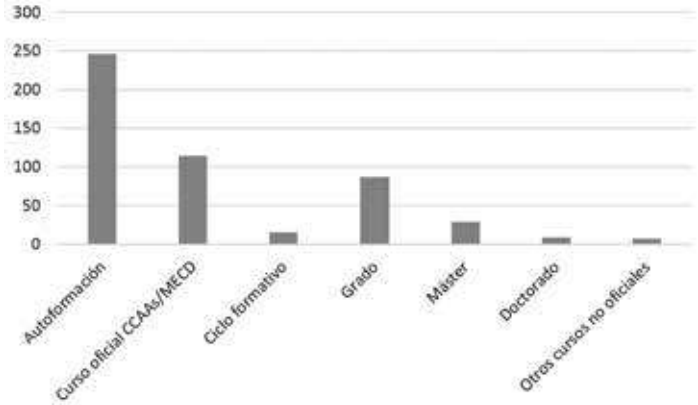

Figura 2. Respuesta a la pregunta: ¿Qué tipo de formación han recibido en relación con la programación, la robótica o el pensamiento computacional? Fuente: INTEF, 2018.

Estos datos muestran un panorama preocupante, ya que la mayor parte del profesorado encuestado indica que su formación en habilidades de programación, robótica y pensamiento computacional se basa en cursos de autoformación, principalmente, hecho que dificulta su interacción con los recursos que va a utilizar e implica que no pueda disponer de habilidades que le permitan resolver problemas derivados de su programación, diseño o implementación.

La idea de integrar estos recursos en la formación inicial del profesorado deriva del carácter transversal de las competencias, entre ellas la de ciencia y tecnología, así como de la necesidad de introducir la alfabetización digital como motivación en el proceso de enseñanza de las ciencias (Lorenzo *et al*., 2018).

Justificación

Aprender sobre Pensamiento Computacional para enseñar ciencia escolar significa, entre otras cosas, pensar en las finalidades de la educación científica, acerca de qué ciencia enseñar, para qué y por qué; necesariamente establecemos relaciones entre las características de la ciencia escolar y la visión epistemológica que subyace en el modelo didáctico elegido (Sanmartí e Izquierdo, 1997).

Por su parte, la UNESCO en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI (UNESCO - ICSU, 1999) –citada por Quintanilla, 2016– señala que *"para que un país tenga la capacidad de abastecer las necesidades básicas de su población, la educación en ciencia y tecnología es una necesidad estratégica. Como parte de esa educación, los estudiantes deben aprender a resolver problemas específicos y a responder a las necesidades de la sociedad, utilizando el conocimiento y las habilidades científicas y tecnológicas"*.

El pensamiento computacional, igual que el pensamiento científico, pretende contribuir al desarrollo de habilidades, destrezas y valores que permitan a las personas desarrollarse de forma personal y profesional y, en ambos casos, se pretende promover un pensamiento crítico. A tal fin, es muy importante la formación integral e interdisciplinar del profesorado (Bocconi, Chioccariello, Dettori, Ferrari y Engelhardt, 2016). En este sentido, Wing (2008) recuerda que algunas ciencias y disciplinas de ingeniería basan sus estudios en simulaciones realizadas a través de ordenadores, con modelos matemáticos que representan procesos físicos presentes en la naturaleza. En el caso de las artes y humanidades, el diseño gráfico, los libros y bibliotecas digitales hacen posible que alumnado y profesorado rompan con las barreras físicas y económicas para poder ver, visitar y

aprender sobre algo o alguien que no forma parte del entorno próximo, lo que favorece la inclusión (Álvarez Lires, Serrallé, Varela, Polo y Juncal, en prensa). De esta manera, Bundy (2007) señala que el Pensamiento Computacional está influenciando la investigación en casi todas las disciplinas, tanto en las ciencias como en las humanidades.

Uno de los grandes retos a los que se enfrentan las escuelas a la hora de implementar el estudio de la programación, el uso de la robótica y las habilidades de pensamiento computacional es la falta de formación del profesorado (Basogain, 2015), debida –entre otras cosas–, como ya hemos señalado con anterioridad, al hecho de que en la formación inicial no se abordan estas cuestiones. Esta circunstancia ha determinado nuestro interés por el diseño de experiencias que permitan integrar la programación, la robótica y el pensamiento computacional en las aulas de ciencias de los Grados en Educación Infantil y Primaria. La experiencia que se presenta, tiene por objetivo conseguir que las futuras profesoras de infantil y primaria aprendan a usar las TIC, a integrarlas en sus propuestas de aula, a diseñar actividades con base científica-tecnológica y a valorar sus múltiples opciones (Lorenzo *et al*., 2018). Además, se pretende aumentar la motivación y el interés por la educación científica, que en Europa se encuentra en una situación precaria, debido, entre otros factores, a la falta de innovación en la enseñanza de las ciencias, como ya señalaban los informes ENCIENDE (Couso, Jiménez, López-Ruiz, Mans, Rodríguez C., Rodríguez J. M. y Sanmartí, 2011) y EURYDICE (2011).

Otro de los aspectos que justifican esta iniciativa es la reciente incorporación de estas habilidades a los currículos oficiales de algunos países europeos, como se puede observar en el siguiente mapa:

Figura 3. Mapa de la situación actual de la incorporación de la programación, la robótica y el pensamiento computacional en los currículos oficiales. En negro aparecen los países que ya han hecho cambios a nivel curricular, en gris oscuro aquellos que planean introducirlo, en gris claro los que tienen una larga tradición en computación y en rayado los que han introducido estas habilidades a nivel regional. Fuente: INTEF, 2018.

En la Figura 3 se puede ver fácilmente que los únicos países con larga tradición en el diseño e implementación de propuestas son Austria, Chipre, Lituania, Hungría y Eslovenia. A los que recientemente se han sumado otros por sus cambios a nivel curricular: Reino Unido, Francia, Portugal, Grecia, Italia o Finlandia.

Competencia en ciencia y tecnología

Las TIC en la enseñanza de las ciencias

La introducción de las competencias básicas en los currículos oficiales supuso un punto de inflexión en la manera de enseñar, así como también en la de aprender. Desde una visión global e interdisciplinar de la educación, el objetivo principal se plantea a partir de la contribución al desarrollo de competencias.

En este marco, los actuales decretos de Educación Infantil y Primaria, para la Comunidad Autónoma de Galicia, señalan que la aproximación a las metodologías científicas y al uso de las tecnologías se debe realizar de manera secuenciada. También se indica que la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales, las ciencias sociales, las matemáticas y las lenguas deben integrar las TIC, pues desde todas las áreas se debe realizar un acercamiento al pensamiento científico y a las destrezas tecnológicas, que propicien la adquisición de conocimientos, el contraste de ideas y el pensamiento crítico.

Desarrollo de la experiencia

Con la propuesta de intervención que aquí se presenta, se pretende incluir el pensamiento computacional como medio para el desarrollo de competencias tecnocientíficas en el profesorado de infantil y primaria en formación inicial, usando la iniciación a la programación y a la robótica en las clases de ciencias.

Objetivos de la propuesta

Los objetivos que se plantea para esta secuencia son:

- Comprender la integración de la tecnociencia en la educación del siglo XXI.
- Mostrar nuevos recursos para enseñar ciencias en las etapas de Educación Infantil y Primaria.
- Establecer relaciones entre el pensamiento científico y el pensamiento computacional.
- Aprender robótica y programación con Science Learning Resources.
- Analizar las posibilidades didácticas de diversos juguetes programables e interactivos.

- Promover vocaciones STEM en el futuro alumnado de Educación Infantil y Primaria
- Fomentar el trabajo cooperativo de profesorado y alumnado.

Recursos

A continuación, se presentan algunos de los recursos utilizados en esta experiencia para introducir la programación, la robótica y el pensamiento computacional en las clases de ciencias, a través de simulaciones reales con robots, del diseño y creación de cuentos interactivos, que sirven para aplicar lo aprendido o para introducir nuevos conocimientos.

Code.org: Portal web. Ofrece la posibilidad de aprender a programar desde edades tempranas con actividades interactivas, desde los primeros pasos del uso del ratón hasta secuencias de programación por bloques. El sitio incorpora materiales adaptados a cada etapa y posibilita una integración personalizada.	
Scratch Jr.: Aplicación para dispositivos móviles, gratuita descargable desde App Store y desde Google Play, que permite aprender a programar, creando sus propias historias y juegos interactivos, desde las primeras edades.	
Scratch: Entorno gráfico de programación. Permite, principalmente a niños y niñas de 8 a 16 años, aprender a programar, realizando proyectos personales: crear juegos, contar historias y realizar animaciones, online y offline.	

Tabla 2. Recursos digitales interactivos para aprender programación.

Kit Code y Go Robot Mouse: Es un pequeño ratón que permite que, a partir de 4 años, se pueda comenzar a descubrir el mundo de la programación, a desarrollar la lógica, el pensamiento crítico y aprender a resolver problemas.	
Robot Sphero SPRK: Para programar un robot Sphero se usa una aplicación SPRKER para iPhone o Android para arrastrar bloques, especificar qué hará el robot cuando procese el bloque y ordenar los bloques a fin de que Sphero realice las acciones en orden.	
Robot emocional Aisoy: Cuenta con un software que le permite interpretar estímulos de su red de sensores para aprender de ellos y tomar decisiones en función de criterios lógicos y emocionales. Funciona con Scratch e incorpora distintos tipos de sensores: temperatura, orientación 3d, luz ambiental, tacto y fuerza.	

Tabla 3. Recursos para aprender a utilizar robótica educativa.

Metodología

Para la realización de esta propuesta, se utilizó una metodología socioconstrutivista, basada en la Teoría de Actividad (Jorba y Sanmartí, 1996; Daniels, Edwards, Gallagher y Ludvigsen, 2009), y se llevó a cabo una secuencia de aprendizaje (Márquez y Artés, 2016) usando el Ciclo de Karplus adaptado (Karplus, 1977; Pujol, 2007; Jorba y Sanmartí, 1996). Así, se organizó la experiencia en: actividades de exploración (evaluación inicial), de introducción de nuevos conocimientos, de estructuración (en el transcurso del proceso) y de aplicación (final). Para finalizar, se llevó a cabo una evaluación final, a fin de valorar, de manera cualitativa, qué habían aprendido, qué dudas habían surgido, qué preguntas formulaban o qué querían aprender.

Se ha estructurado la secuencia de tal manera que se ha abordado la reflexión acerca del uso de las TIC en la educación; la búsqueda de recursos susceptibles de ser usados para enseñar o aprender ciencias; la iniciación a la programación, a través de la construcción de secuencias de algoritmos, y a la robótica, por medio del uso y programación de robots educativos. Para aplicar lo aprendido,

se han diseñado propuestas para enseñar Ciencias de la Naturaleza en Infantil y Ciencias Experimentales en Primaria, en las que se debían integrar los recursos utilizados, de tal manera que se promovieran el pensamiento científico y el pensamiento computacional.

Para conocer las ideas previas de las participantes, se ha elaborado un formulario Knowledge and Prior Study Inventory - KPSI (Lunetta y Tamir, 1977), lo que ha permitido que hayan podido valorar sus conocimientos previos (autoevaluación), que las futuras docentes tengan una visión general de cuál debe ser el punto de partida (evaluación inicial) y, a través de una puesta en común, conocer las motivaciones e intereses que las han movido a matricularse en este curso (co-evaluación).

De manera transversal, el alumnado ha elaborado unas maquetas a través de las que han representado espacios naturales del entorno próximo al centro, en este caso las Islas Cíes, patrimonio de la humanidad y espacio protegido; el puente de Rande, sobre la Ría de Vigo, bajo el cual hay numerosas bateas en las que crece el mejillón; la Isla de las Esculturas, un espacio natural próximo a la facultad; una granja de animales y un mercado. A partir de estas construcciones han ido integrando los diferentes recursos y han construido un tractor o un pozo con Lego Wedoo, una planeadora con Lego Energías Renovables o una guía turística con el robot Aisoy. Además, han realizado propuestas en las que se planteaban justificaciones didácticas, apoyadas por elementos curriculares, que ilustraban la integración de estos recursos en la enseñanza de las ciencias, no sólo como elemento motivador sino como factores que permiten aprender con las TIC.

A continuación, la Tabla 4 muestra un esquema de la secuencia de actividades que se ha llevado a cabo; recoge las diferentes fases de la intervención, la tipología de actividades y una breve descripción de éstas. Han participado un total de 32 alumnas de los Grados en Educación Infantil y Educación Primaria. La duración del curso ha sido de 30 horas presenciales y 22 en el aula virtual del Centro de Supercomputación de Galicia (https://eduponte.cesga.es/indexlogin.php).

PROPUESTA DE FORMACIÓN: Educación científica y pensamiento computacional, las dos caras de un mismo robot	
1. EXPLORACIÓN INICIAL ¿Qué significa enseñar en el s. XXI?	Debate en equipos cooperativos sobre los pros y contras de usar las TIC en la enseñanza de las ciencias. Puesta en común en gran grupo, con detección de dudas y necesidades formativas. Elaboración de un guión de investigación y propuesta de fuentes de información.
2. INTRODUCCIÓN DE NUEVOS CONOCIMIENTOS Aproximación al Pensamiento Computacional a través de la Educación Científica	Lectura compartida, comentario y reflexión en equipos acerca de diversos textos sobre pensamiento computacional e educación científica, realizando una identificación y clasificación de los elementos comunes. Investigación sobre la integración del pensamiento computacional en el currículo, en las programaciones de aula y en las propuestas educativas, prestando especial atención al área de ciencias de la naturaleza (nivel europeo, estatal y autonómico). Identificación de distintas propuestas de aula escolares que se están llevando a cabo en Galicia y/o España.
CICLO DE APRENDIZAJE ***ACTIVIDADES SOBRE*** ***PROGRAMACIÓN*** ***Y ROBÓTICA***	1. **Exploración inicial** : Detección de ideas previas sobre programación y robótica a través da aplicación Kahoot! y debate en gran grupo sobre las respuestas obtenidas. Elaboración en equipos cooperativos de un guión de investigación. Búsqueda, selección y análisis de webs o robots para aprender programación y robótica. Análisis de las ventajas y desventajas de estas webs o instrucciones. 2. **Introducción de nuevos conocimientos**: Realización de actividades de manipulación de objetos que ayuden a entender el sistema algorítmico de la programación. Iniciación a la programación a través de las lecciones del sitio Code.org. Utilización de la aplicación para dispositivos móviles Scratch Jr., para aprender a programar a través de la creación de cuentos interactivos.

CICLO DE APRENDIZAJE ACTIVIDADES SOBRE PROGRAMACIÓN Y ROBÓTICA	Presentación de los trabajos realizados al resto de los equipos. 3. **Estructuración:** Puesta en práctica de lo aprendido para trabajar con el programa Scratch, a través del cual haremos funcionar diferentes robots, como el Aisoy. 4. **Aplicación**: Integración de lo aprendido en el diseño de una actividad de ciencias experimentales.
3. ESTRUCTURACIÓN Repensamos la manera de enseñar ciencias hoy en día	Reflexión grupal sobre el proceso experimentado y recogida de este proceso en un informe grupal (debe contener una descripción y justificación de la metodología y de las tareas realizadas). Análisis de modificaciones y posibles adaptaciones para el alumnado de Educación Primaria. Esquematización y caracterización del proceso seguido en equipos cooperativos, en un diagrama de flujo.
4. APLICACIÓN Diseñamos actividades para el futuro alumnado de Ed. Infantil y Primaria	Diseño, en equipos cooperativos, de propuestas para el alumnado de Educación Infantil y/o Educación Primaria en las que se refleje lo aprendido. Puesta en común a través de los diseños realizados.

Tabla 4. Breve resumen de la secuencia de actividades llevada a cabo (Elaboración propia).

Resultados de la experiencia

Los resultados del formulario KPSI inicial han mostrado que aunque creen que usar el móvil y el ordenador es saber usar las TIC, se aprecia una visión muy reduccionista, pues al hablar de pensamiento computacional, programación y robótica indican que no saben nada sobre ello y, en consecuencia, ignoran las ventajas didácticas de su uso. Aun así, indican que les gustaría mucho aprender a usarlas para poder integrarlas en sus propuestas y, en especial, en la enseñanza de las ciencias.
Las diferentes puestas en común, realizadas a lo largo del proceso, han permitido que puedan contrastar ideas, mejorarlas y trabajar en grupo para crear otras nuevas; algunas de ellas han podido llevarlas a cabo durante el propio curso.

La búsqueda de información las ha llevado a ser conscientes del hecho de que ya no se trata de pensar en una educación para el futuro, sino de que en la ac-

tualidad son muchas y muy diversas las iniciativas que se están o se pretenden llevar a cabo, como se puede ver en algunos de los titulares de noticias que han encontrado.

Nace la Escuela de Pensamiento Computacional para docentes

El pensamiento computacional es una de las habilidades clave del futuro de los estudiantes y este proyecto, perteneciente al Ministerio de Educación y Formación Profesional, persigue mejorar la formación del profesorado desde Primaria a Formación Profesional.

Fuente:https://www.educaciontrespuntocero.com/noticias/escuela-de-pensamiento-computacional/93386.html

Koodaus tutuksi koululaiselta toiselle

Fuente: https://www.alofinland.com/news/coding-collaboration-communication-curriculum-finland/

De aquí a 2021, todos los colegios de Chile deberían enseñar a programar a sus alumnos

Organizaciones dedicadas a capacitar en el uso de herramientas digitales se unieron para formar el HUB Chile Programa, alianza público-privada que también integra el Centro de Innovación Educativa del Mineduc.

Fuente: https://eligeeducar.cl/aqui-2021-todos-los-colegios-chile-deberian-ensenar-programar-alumnos-2

STEM

It's Time to Weave Computational Thinking into K-12

By Dian Schaffhauser | 01/02/18

Fuente:https://thejournal.com/articles/2018/01/02/its-time-to-weave-computational-thinking-into-k12.aspx

Tabla 5. Recopilación de noticias sobre la importancia de incluir el pensamiento computacional en la escuela. (Elaboración propia).

La elaboración de las maquetas ha sido el punto clave a fin de relacionar lo aprendido con el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza o las ciencias experimentales pues, investigar e interactuar con su entorno próximo es uno de los objetivos clave que deben contribuir a desarrollar en su futuro alumnado. A continuación, se muestran algunas imágenes de los grupos de trabajo durante la realización de las actividades.

Simulamos el funcionamiento de un programa.	Aprendiendo a programar con Scratch.
Secuencias de programación manual para Kit Code y Mouse.	Programación y robótica con Lego Wedoo.

Integramos nuestros robots en las maquetas; en este caso, a través de la programación y construcción de un pozo con Lego Wedoo.	Integramos nuestros robots en las maquetas; en este caso, a través de la construcción de un molino de viento que se mueve con energía solar.

Tabla 6. Secuencia de fotos de algunas de las actividades realizadas durante la experiencia. (Elaboración propia).

La presentación de las maquetas, su justificación didáctica como elementos que se pueden usar para enseñar y aprender ciencias, ha hecho que las participantes hayan valorado su experiencia positivamente, al mismo tiempo que demandan más formación en TIC aplicadas a la enseñanza de las ciencias.

Los KPSI finales han mostrado que ha sido una experiencia enriquecedora para la mayoría de las participantes, al considerar que la programación y la robótica son recursos muy útiles para las clases de ciencias. Además, a través del diseño de las maquetas y de las propuestas didácticas han podido comprobar que el pensamiento científico y el pensamiento computacional tienen muchos puntos en común, sobre todo el hecho de que ambos pretenden contribuir al desarrollo de pensamiento crítico.

Conclusiones

El profesorado en formación inicial que participó en el curso, carecía de conocimientos previos sobre programación y robótica y, además, desconocía el término “pensamiento computacional”, así como su relación con las TIC y la competencia digital. Muchas de las participantes mostraron interés en innovar en sus clases de ciencias, aunque señalaron que necesitan aprender más sobre la manera de integrar los recursos TIC de forma trasversal en sus propuestas didácticas.

A través de esta experiencia se han puesto en valor las ventajas del pensamiento computacional, así como también sus puntos comunes con el pensamiento científico, al llegar a la conclusión de que ambos pretenden contribuir al desarrollo del pensamiento crítico. Además, pudieron comprobar que el desarrollo de competencias docentes va ligado al posterior desarrollo de las competencias clave de su futuro alumnado.

Las asistentes al curso mostraron su satisfacción por usar las TIC para promover una educación científica entre las niñas y los niños, pues éstas forman parte de su realidad.

Finalmente, la mayoría de las asistentes mostró su interés en volver a realizar el curso, ya que consideraba que éste sólo había sido una iniciación y ahora quería seguir profundizando en las relaciones entre pensamiento computacional y educación tecnocientífica. En los debates se ha demostrado la importancia de llevar a cabo experiencias como ésta para promover las vocaciones en esta área, especialmente en las estudiantes, desde edades tempranas.

Para finalizar, se muestran algunas fotos de las noticias de este curso, en la web de la Universidad de Vigo, que ha alcanzado su sexta edición.

Un curso de extensión achega ao alumnado ao uso didáctico de xoguetes interactivos e do encerado dix

Maquetas interactivas que aglutinan outro xeito de ensinar ciencias

29 estudantes participan na cuarta edición deste curso de verán da Vicerreitoría do campus

Fuente:https://www.uvigo.gal/universidade/comunicacion/duvi/maquetas-interactivas-que-aglutinan-outro-xeito-ensinar-ciencias

O uso didáctico dos xoguetes interactivos centra un curso en CC da Educación e do Deporte

Como ensinar ciencias con robots, animacións ou maquetas

Inserido na programación de Extensión Universitaria da Vicerreitoría

Fuente:https://www.uvigo.gal/universidade/comunicacion/duvi/ensinar-ciencias-robots-animacions-ou-maquetas

Agradecimientos

A la Red TelGalicia, al Vicerrectorado del Campus de Pontevedra de la Universidad de Vigo y al Proyecto AKA EDU-03.

Referencias bibliográficas

Aho, A. (2012). Computation and Computational Thinking. *The Computer Journal, 55*(7), 832–835. https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074

Álvarez Lires, F. J., Serrallé Marzoa, J. F., Varela Losada, M., Polo Jiménez, M., & Juncal Fernández, L. (en prensa). Uso de las TIC para enseñar a aprender ciencias: un medio favorecedor de la inclusión. *Investigación y práctica en la educación superior.* Ourense: Educación Editora.

Álvarez, M. M., Arias, A., Pérez, U., & Serrallé, J. F. (2013). La historia de las ciencias en el desarrollo de competencias científicas. *Enseñanza de las Ciencias, 31*(1), 213-233.

Area, M. (2009). *Introducción a la Tecnología educativa*. La Laguna: Universidad de la Laguna.

Barr, D., Harrison, J., & Conery, L. (2011). Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone. Learning y Leading with Technology. Recuperado de http://www.iste.org/Libraries/Leading_and_Learning_Docs/March-2011-Computational_Thinking-LL386.sflb.ashx

Basogain, X., Olabe, M. A., & Olabe, J. C. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. *RED. Revista de Educación a Distancia, 46*(6), 1-33. http://www.um.es/ead/red/46

Bocconi, S., Chioccariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., & Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education – Implications for policy and practice*. Luxemburgo: Publications Office of the European Union.

Bundy, A. (2007). Computational thinking is pervasive. *Journal Scientist Practie Computer, 1,* 67–69.

Cabero, J., Bartolomé, A., Cebrián, M., Duarte, A., Martínez, F., & Salinas, J. (1999). Tecnología Educativa; diversas formas de definirla. En Cabero, J. *Tecnología Educativa, Definición y clasificación de los medios y materiales de enseñanza, Criterios generales para la utilización e integración curricular de los medios.* Madrid: Síntesis Educación.

Coll, C. (2005). Lectura y alfabetismo en la sociedad de la información. *UOCpapers, 1*, 1-10.

Couso, D., Jiménez, M. P., López-Ruiz, J., Mans, C., Rodríguez, C., Rodríguez, J. M., & Sanmartí, N. (2011). *Informe ENCIENDE (Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica escolar para edades tempranas en España*). Madrid: COSCE.

CSTA and ISTE. (2011). Computational Thinking Leadership Toolkit, first edition 2011. Computer Science Teachers Association (CSTA) and International Society for Te-

chnology in Education (ISTE). Recuperado de http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadershipt-toolkit.pdf?sfvrsn=4

Daniels H., Edwards, Y. E., Gallagher, T., & Ludvigsen, S. R. (Eds.). (2009). *Activity theory in practice. Promoting learning across boundaries and agencies.* London: Routledge.

EURYDICE. (2011). Science Education in Europe: National Policies, Practice and Research. Recuperado de http://www.indire.it/lucabas/lkmw_file/eurydice/sciences_EN.pdf

Ferrari, A. (2014). DIGCOMP: a Framework for Developing and Understanding Digital Competence in Europe. *eLearning papers*, *38*, 1-14.

Jorba, J., & Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua: propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Karplus, R. (1977). Science Teaching and the Development of Reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, *14*(2), 169-175.

Lorenzo, M. A., Caeiro, M., Álvarez, M. M., & Álvarez, F. J. (2018). Educación científica y pensamiento computacional: una propuesta para la formación inicial del profesorado de Educación Infantil y Primaria. En C. Martínez y S. García (Eds.), 28 *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo* (pp. 583-587). A Coruña: Universidade da Coruña, Servizo de Publicacións.

Márquez, C., & Artés, M. (2016). Propuesta de análisis de representaciones sobre el modelo cambio geológico del alumnado del grado de educación primaria. *Enseñanza de las ciencias, 24*(2), 169-181.

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF). (2018). *Programación, robótica y pensamiento computacional. Situación en España y propuesta normativa (Segundo Informe)*. Madrid: Ministerio de Educación y Formación Profesional.

Monereo, C. (Coord.). (2005). *Internet y competencias básicas*. Barcelona: Graó.

National Educational Technology Standards (2007). *Needs for students 2007.* Recuperado de: http://www.iste.org/Content/NavigationMenu/NETS/ForStudents/2007StandardsNETS_for_Students_2007.htm.

Pujol, R. M. (2007). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis Educación.

Quintanilla, M. (2017). Fundamentos, estatus y proyecciones de la enseñanza de las Ciencias Naturales en Educación Infantil. En M. Quintanilla. (Eds.), *Enseñanza de las ciencias e infancia. Problemáticas y avances de teoría y campo desde Iberoamérica* (pp. 17-36). Chile: Bellaterra Ltda.

Rivero, I., Gómez-Zermeño, M. G., & Abrego, R. (2013). Tecnologías educativas y estrategias didácticas: criterios de selección. *Revista electrónica Educación y Tecnología*, *3*, 190-206.

Sanmartí Puig, N., & Izquierdo Aymerich, M. (1997). Reflexiones en torno a un modelo de ciencia escolar. *Revista Investigación en la Escuela, 32*, 51-62.

Strieder, R. B., Bravo, B., & Gil, M. J. (2017). Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? *Enseñanza de las ciencias*, *35*(3), 29-49.

UNESCO - ICSU. (1999). *Declaración sobre la Ciencia y el uso del saber científico. Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el Siglo XXI: Un nuevo compromiso*. Budapest: UNESCO.

Vilches, A., & Gil Pérez, D. (2013). Ciencia de la Sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la Química y la Educación Química están contribuyendo, *Educación Química, 24*(2), 199-206.

Wing, J.M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM 49*(3), 33–35.

Wing, J.M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. Philosophical transactions. *Series A, Mathematical, physical, and engineering sciences, 366*, 3717-3725. https://doi.org/10.1098/rsta.2008.0118

Wing, J.M. (2011). Computational Thinking: What and Why? Spring. Carnegie Mellon University, Pittsburgh. Recuperado de: http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf

Zapata-Ros, M. (2015) Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *RED-Revista de Educación a Distancia, 46*(4), 1-47.

CAPÍTULO 11

EVALUACIÓN DE LA CONFIABILIDAD DE LAS PÁGINAS WEB ENFOCADAS A LAS CIENCIAS NATURALES

LA EXPERIENCIA DE ESTUDIANTES DE SEXTO BÁSICO EN CHILE*

Catalina Contreras M., Carol Joglar C.,
Norbert Erdmann, Mirjamaija Mikkilä-Erdmann

Contenido

- Resumen
- Introducción
- Orientaciones didácticas
  Lenguaje de la ciencia
  Implicaciones de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)
  Habilidades digitales
  Tipo de estudio
- Estructura de investigación del proyecto
  Muestra
  Instrumento de la recopilación de datos
  Procedimiento de recolección de datos
- Resultados y discusión
- Conclusiones
- Referencias Bibliográficas

(*) Este capítulo se hace parte de la Tesis de Magister en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba de la primera autora, quien es Tesista del Proyecto AKA EDU-03.

Resumen

En la actualidad existen grandes retos educativos en relación con las tecnologías; entre ellos es posible encontrar cómo se impone el uso de las TIC, específicamente el uso de Internet, en cuanto medio de adquisición de los conocimientos, y también la gran cantidad información que se encuentra hoy en Internet y a la cual los estudiantes de hoy se enfrentan. Frente a este panorama de la educación actual, el objetivo general de esta investigación es analizar los tipos de justificación que realizan los estudiantes al momento de evaluar la confiabilidad páginas web. Como material y método para realizar esta investigación se utilizó un software diseñado exclusivamente para evaluar las habilidades digitales orientadas hacia la búsqueda, selección y evaluación en los estudiantes de educación primaria; esto en el marco del proyecto CONICYT AKA EDU-03. Para esta investigación realizará un estudio cualitativo de los resultados obtenidos en la etapa de evaluación. Los resultados del estudio indican que los estudiantes no realizan un análisis profundo y crítico de la confiabilidad de las páginas, más bien se enfocan en la utilidad de éstas frente a una tarea.

Introducción

Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) han cambiado nuestro estilo de vida, las relaciones sociales, el trabajo, el ocio y la forma de procesar la información, además se ha planteado que estas pueden ser impulsoras de un cambio metodológico en la sala de clases (Valverde-Crespo, *et al*., 2018). Desde este punto de vista, las redes informáticas (Internet) son grandes aliados para los estudiantes al momento de buscar información, debido a que son una fuente de información amplia y accesible, en donde se pueden buscar y encontrar variados recursos, tanto para elaborar tareas, como para realizar consultas acerca de un área específica (Maglione y Varlotta, 2012). En el área de las ciencias y las tecnologías, encuestas realizadas en países europeos, como España, demuestran que Internet se ha convertido en la primera fuente cuando se busca información en ciencias. También señalan que las actividades de “buscar”, “seleccionar” o “recibir información científica” han cambiado, en donde el Internet sobrepasa búsquedas tradicionales como libros, revistas y enciclopedias (Valverde-Crespo, *et al*., 2018).

En Chile, en el área de la educación, el Ministerio de Educación (MINEDUC) indica que las TIC tienen el propósito de “proveer a todos los alumnos y todas las alumnas de las herramientas que les permitirán manejar el ‘mundo digital’ y desarrollarse en él, utilizando de manera competente y responsable estas

tecnologías" (MINEDUC, 2013 p.29). Este propósito ha sido evaluado a través de la prueba SIMCE TIC, la cual arrojó –en términos generales– en su última versión que "los estudiantes han logrado las habilidades necesarias para comunicarse con sus pares y buscar información en medios digitales. Sin embargo, las habilidades cognitivas más complejas que implican el procesamiento y generación de información son logradas por un porcentaje muy menor de los estudiantes" (MINEDUC, 2013).

En el área de las competencias digitales, los autores Van Deursen y Van Dijk (2009), a través de diversas investigaciones han concluido que existen pocas investigaciones empíricas disponibles que evalúen las habilidades digitales, y en la mayoría de los estudios ellas abordan habilidades operativas u operacionales, definidas por los autores como acciones que permiten utilizar herramientas en medios digitales (botones o enlaces, barras de navegación, descargar y guardar archivos), generando un panorama excesivamente optimista.

En la actual "sociedad de la información", cuando los estudiantes buscan información para realizar tareas, investigaciones o trabajos, acuden a variados sitios *web*; aquí es donde se hace significativo saber buscar en diferentes fuentes de información y seleccionar información pertinente y, muy importante, saber evaluar la información. Ante esto, es necesario plantear algunos interrogantes: ¿Cuán desarrolladas son las habilidades digitales de información en los estudiantes? ¿Cuál es el desempeño de los llamados "nativos digitales" al momento de evaluar la información en Internet? ¿Qué implicancias puede producir, en el aprendizaje de los estudiantes, el no desarrollar la evaluación de las páginas *web*?

El presente estudio tiene como objetivo analizar y caracterizar las habilidades de información digital en la etapa de evaluación, en estudiantes de sexto año básico.

Orientaciones Didácticas

Lenguaje de la ciencia

Actualmente, uno de los objetivos de las clases de ciencias es enseñar a hablar y escribir ciencias, ya que para lograr aprender de esta asignatura es necesario que los estudiantes puedan lograr expresarse, ya sea oralmente, por escrito o a través de imágenes, porque así podrán contrastar sus ideas y desarrollarlas (Sanmartí, Izquierdo y García, 1999).

Según Lemke (1997), existen ciertas primicias en el aprendizaje del lenguaje de la ciencia. Entre ellas, podemos encontrar que el aprender a hablar en ciencias es un proceso parecido al del aprendizaje de una lengua extranjera. Y para ello se debe hablar, leer y escribir. Esto debido a que la naturaleza de los fenómenos que abarca la ciencia hace que el lenguaje cotidiano sea insuficiente para representarlos. Por esta razón, la comunidad científica se comunica utilizando un lenguaje especializado (Bargalló, 2005). Y para aprender un nuevo vocabulario es necesario construir previamente su significado; con respecto a ello, existen alumnos que son capaces de aprender rápidamente significados y por ende vocabulario científico, como también realizar traducciones desde el lenguaje cotidiano al científico, pero existe otro grupo de alumnos que presentan dificultades en el uso del vocabulario y previo a ello entender los conceptos, ya que las palabras y las formas lingüísticas no tienen significado para estos alumnos, por lo que consideran la ciencia como un conocimiento secreto, que solo es entendido por científicos (Gómez-Moliné y Sanmartí, 2000). Por este motivo, Bargalló (2005), plantea que es conveniente realizar actividades que permitan a los alumnos hacerse conscientes de estas dificultades y que al mismo tiempo les aporten estrategias de mejora.

La lectura de libros de divulgación, artículos en revistas especializadas, páginas de internet, como también la vista de documentales audiovisuales son las vías más comunes de acercamiento a la producción científica. Y en este ámbito, Bargalló (2005) plantea que en los documentos de internet el lector es el que posee el protagonismo, pero al mismo tiempo responsabilidad, debido a que la información se estructura en redes y no de manera lineal, como en los documentos escritos. En este contexto, la masividad de la información se traduce en una gran cantidad de datos de todo tipo, no seleccionados y no contrarrestados que se encuentran en la red. A esta situación se enfrenta un lector que debe saber buscar información, desarrollar pensamiento crítico e interpretar distintas imágenes, siendo “capaz de construir conocimiento a partir la información en cualquiera de los formatos en que se presente” (Bargalló, 2005, pág. 34). Por lo que la evaluación de las páginas *web* se convierte en un tema relevante al momento de realizar tareas científicas en el aula.

Implicaciones de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC)

Las TIC ofrecen una serie de posibilidades que las hacen útiles al momento de incorporarlas en ambientes educativos; entre estas opciones, una ampliación en la oferta informativa, creación de entornos de aprendizaje, diferentes

modalidades de comunicación, favorecen el aprendizaje colaborativo y al mismo tiempo individual y permiten el perfeccionamiento continuo en diversas áreas, tanto para el estudiante como para el docente (Almenara y Cejudo, 2008). Además, una de las ventajas que presentan las TIC hoy en día es la amplia gama de información disponible de manera virtual para los estudiantes, tanto cualitativa como cuantitativamente.

Ahora bien, los mismos autores proponen que estos nuevos entornos de formación pueden resultar más interactivos y dinámicos que los presentados en una enseñanza tradicional, pues los alumnos no son receptores pasivos de la información, más bien tendrán que tomar decisiones al respecto. Lo anterior traería consecuencias en los modelos de enseñanza. Así las TIC tendrían una influencia directa en diferentes aspectos de la formación, permitiendo pasar de modelos de enseñanza centrados en el profesor a modelos centrados en el estudiante; de esta manera se supone que puede haber una transición de una cultura enfocada en la enseñanza a una cultura orientada a los aprendizajes, dando espacio a un lugar en donde no se reproduzcan contenidos, por el contrario, se construyan.

Habilidades digitales

La rápida difusión de Internet en la vida cotidiana tiene como resultado que los ciudadanos requieran diversas habilidades digitales a raíz de los diferentes usos que se le pueda dar a internet. A pesar de la importancia de este tema, autores reconocen que las habilidades digitales no están igualmente difundidas en la sociedad. Se establece, además, que se ha realizado muy poca investigación científica sobre el nivel real de las habilidades digitales que domina la población en general, pero es importante mencionar que las disciplinas que han investigado más profundamente la alfabetización o las habilidades digitales son las investigaciones en bibliotecas, la informática y la ciencia de la educación (Van Deursen y Van Dijk 2009).

Desde el punto de vista de las definiciones y conceptos ligados a la alfabetización y competencias digitales, Van Deursen y Van Dijk (2014) retoman estas perspectivas, pero planteando que la gran diversidad de definiciones e interpretaciones de conceptos y subconceptos de la alfabetización y competencias digitales, dificulta tener una caracterización clara de las habilidades digitales. Por lo tanto, estos autores proponen una definición conceptual y al mismo tiempo operativa de estas habilidades, dividiéndola cuatro dominios: operación, formal, de información y estratégico (en Burin et al., 2016). Basado en este marco

conceptual, al considerar por separado cada una de las cuatro habilidades, ayudaría a comprender mejor los problemas específicos relacionados con las destrezas individuales de Internet que experimentan los diversos usuarios (Van Deursen y Van Dijk 2009).

Las primeras que se propone son las *habilidades de tipo operacional*. Se entiende por habilidades operacionales las acciones que permiten utilizar las herramientas de medios digitales. Consiste en: abrir sitios web ingresando la URL en la ubicación del navegador de barra de direcciones, navegar hacia delante y hacia atrás entre las páginas, guardar archivos, abrir formatos de archivos y cambiar preferencias del navegador. (Van Deursen y Van Dijk 2009).

En cuanto a las *habilidades formales*, la segunda clasificación, se hace referencia a la navegación y a la orientación de estructuras, permitiendo el uso de la hipermedia en medios textuales. La hipermedia permite a los usuarios elegir sus propias rutas no lineales, es decir, pueden avanzar hacia "adelante", hacia "atrás" y haciendo ubicaciones desconocidas, lo que lleva a que los usuarios puedan desorientarse y perderse en la estructura no lineal. Es decir, de manera más concreta, un usuario que posee habilidades formales sí sabe que está en un sitio o en otro, identifica la forma de navegación de las páginas y puede orientarse mientras realiza una tarea (Burin *et al*., 2016).

Posteriormente, se presentan las *habilidades de información,* que se relacionan con saber buscar, seleccionar y evaluar la información proveniente de internet en distintos formatos, sea texto, imagen o video (Burin *et al*., 2016). La búsqueda de datos es considerada como una acción por la que los usuarios tratan de satisfacer sus necesidades de información. Estos autores consideran la etapa de evaluación de las fuentes de información; debido a que la información no es siempre de la misma calidad, por lo que el usuario requiere habilidades específicas para poder verificar datos y evaluar la confiabilidad.

Por último, las *habilidades estratégicas*, que tienen que ver con usar la información obtenida para alcanzar una meta. Si bien las primeras tres dimensiones planteadas se relacionan con un uso efectivo de Internet, las habilidades estratégicas están relacionadas con el propósito de este uso.

En base a los objetivos de esta investigación, evaluar y caracterizar las habilidades de información digital en la etapa de evaluación, las habilidades digitales de la información se entenderán como aquellas destrezas relacionadas con saber buscar, seleccionar y evaluar la información proveniente de Internet.

Tipo de estudio

La siguiente investigación presenta un tipo de estudio de naturaleza cualitativo. Se enmarca además en el proyecto AKA EDU/03 "*Enhancing Learning And Teaching Future Competences Of Online Inquiry In Multiple Domains",* financiado por CONICYT y la Academia de Finlandia tuvo como objetivo mejorar el aprendizaje y la enseñanza de las competencias en habilidades digitales en información en línea a través de múltiples dominios.

Estructura de investigación del proyecto

Este proyecto busca aumentar la comprensión teórica de las competencias digitales de información en línea de los estudiantes de quinto y sexto básico, en un contexto en donde la información es dominada por la web. Además, la investigación se plantea como objetivos el desarrollo de nuevos modelos de enseñanza para mejorar el aprendizaje y la enseñanza de las futuras competencias de consulta en línea en la enseñanza primaria, y, por último, promover la creación de una red de investigación entre Finlandia y Chile (Astroza, 2017).

El proyecto consiste en realizar una intervención en diversos establecimientos educativos para enseñar a desarrollar y evaluar competencias digitales de información en línea. En Chile participaron cinco colegios de la Región Metropolitana. Los colegios se dividieron en dos grupos: un grupo de experimentación y otro grupo de control. En ambos grupos se realizaron evaluaciones, Test de comprensión, un Test de competencia digital y un Pretest en la plataforma *Neurone*. Luego, en el grupo de experimentación se realizó una intervención para enseñar competencias digitales. Finalmente, ambos grupos fueron evaluados con un Postest, cuyos resultados son configurados por el programa *Neurone*. Para comprender más la linealidad del proyecto se ilustra el siguiente esquema (Fig. 1).

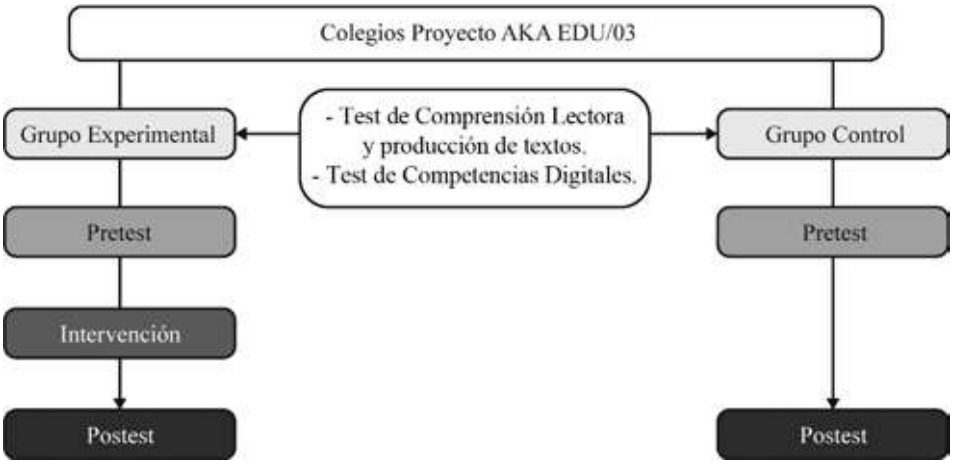

Figura 1. Estructura del Proyecto AKA EDU-03.

En la experiencia, los estudiantes deben realizar una tarea de investigación en línea, con el objetivo de evaluar habilidades digitales de información y también las emociones que les provoca hacer búsquedas en Internet. Las tareas que deben realizar los estudiantes consisten en hacer dos artículos y dos *e-mails* sobre un tema determinado, en las áreas de las Ciencias Sociales y las Ciencias Naturales.

Muestra

En el desarrollo de la investigación se obtuvieron inicialmente los datos de 180 alumnos que cursan sexto básico, pertenecientes a cinco establecimientos de dependencia particular subvencionado (2) y Municipal (3), ubicados en distintas comunas de la Región Metropolitana en Chile. Dado el objetivo de estudio de esta investigación, se incluyeron los y las estudiantes que llegaron hasta la etapa de evaluación para ser analizados. Teniendo esto en consideración, se llegó con una muestra final de 76 estudiantes.

Según las estadísticas y evaluaciones realizadas a nivel nacional, los establecimientos participantes de esta investigación se encuentran en un grupo socioeconómico medio (GSE) y los tres colegios poseen un porcentaje de vulnerabilidad evaluado entre el 43% y 64% (MINEDUC, 2016). Además, presentan un promedio de SIMCE en Lenguaje y Comprensión Lectora de 266 puntos entre los colegios evaluados, considerando que, a nivel nacional, el promedio fue de 267.

En cuanto a las características de esta muestra, consiste en alumnos entre 10 y 13 años; sin embargo, la mayoría tienen entre 11 y 12 años, pues es la edad que corresponde al nivel que están cursando (sexto básico). Además, en cuanto a los registros, es posible observar que hay un mayor número de varones (45), que mujeres (31). A través de los siguientes gráficos se ilustran estos resultados (Figs. 2 y 3).

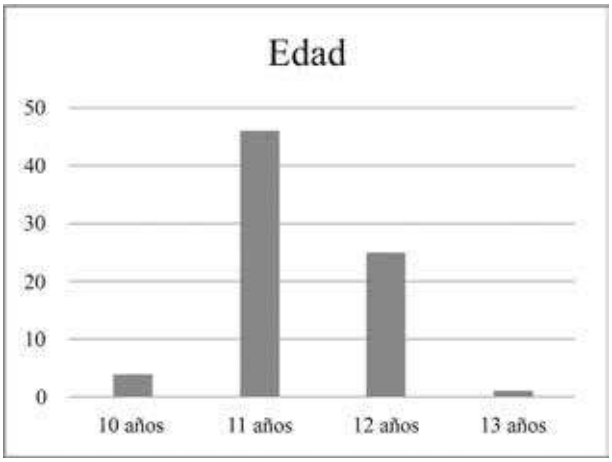

Figura 2. Distribución de edad de la muestra.

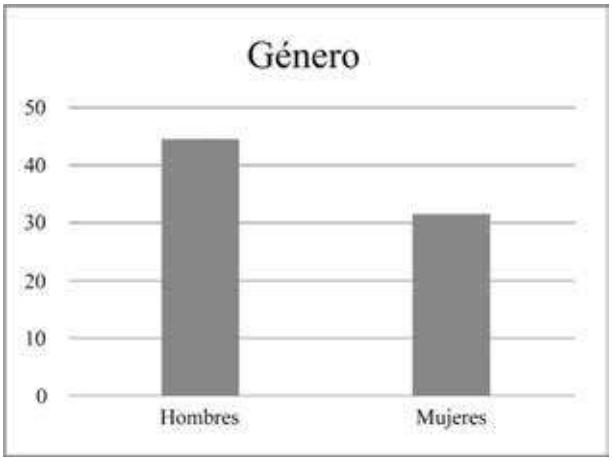

Figura 3. Distribución de la muestra según género.

Instrumento de recolección de datos

Plataforma Neurone

Neurone es un software que está orientado a proveer un entorno de investigación y captura de datos para los estudios de alfabetización en habilidades digitales. El componente principal de este programa es una simulación de un buscador en un entorno aislado, es decir, los usuarios pueden navegar en un conjunto de documentos web limitado y predeterminado. Los documentos utilizados por los estudiantes en Chile fueron seleccionados y cargados en el sistema por profesores e investigadores, generando así un universo limitado de páginas web.

La información recolectada a través de *Neurone*, quedó registrada en un servidor alojado en Estados Unidos, California.

Procedimiento de recolección de datos

El proceso de recolección de datos consistió en la aplicación del Pre-test a los estudiantes, con la plataforma *Neurone*, y se prepararon los computadores escribiendo el URL principal del programa antes de la llegada de los alumnos a la sala de computación. Es importante mencionar que cada alumno ocupó una computadora.

Las tareas de investigación en línea involucran una serie de etapas secuenciales, independientemente del tipo de tarea, las que fueron mencionadas anteriormente. El orden y las acciones que deben realizar los estudiantes durante la investigación son las siguientes; encuesta, lectura de tarea, búsqueda, selección de páginas, evaluación crítica, síntesis, encuesta.

Para la siguiente investigación se considerará la etapa de evaluación. En esta etapa los estudiantes deben valorizar la confiabilidad de cada una de las tres páginas web que han elegido anteriormente como útiles para realizar su tarea. El proceso de evaluación de cada página consta de dos momentos. En un primer momento los estudiantes deben calificar con estrellas de uno a cinco la confiablidad de la página, posteriormente, los estudiantes deben justificar la calificación de estrellas en palabras. Una vez terminado el proceso en cada una de las páginas pueden pasar a la siguiente etapa.

Para el análisis de la etapa de evaluación de las páginas de la plataforma *Neurone*, se crearon las siguientes categorías, basadas en las justificaciones escritas por los estudiantes en cuanto a la confiabilidad que ellos le asignaban a cada una de las páginas seleccionadas como relevantes para realizar su tarea.

Categorías	Descripción – Teoría	Código
Autoridad	Justifican la confiabilidad de la página web en base a la autoridad. La autoridad está dada por el responsable del sitio, quien puede ser una persona, un grupo de personas reunidas por un objetivo determinado, o una entidad, su prestigio y las fuentes utilizadas. En esta categoría, los usuarios se enfocan en recursos y sitios que incluyan información y contenidos provenientes de fuentes confiables, específicas, actualizadas y reconocidas en los ámbitos científicos y académicos.	AU
Actualización	Se enfocan en justificar la confiabilidad, en base a la actualización del sitio. La actualización puede referirse a: - La incorporación periódica de nuevos recursos. - La modificación de los recursos y los datos existentes como respuesta a la aparición de nuevos aportes al tema. En esta categoría, los usuarios se enfocan en los sitios con información actualizada y válida.	AC
Organización	Justifican la confiabilidad de la página en base a la organización que ésta presenta. Aquí se considera la facilidad que se le ofrece al usuario para ubicarse y moverse dentro del sitio, a través de una estructura clara y ordenada de sus títulos, subtítulos e iconos, con un diseño que facilita la orientación del usuario durante toda la navegación.	OR
Legibilidad	La legibilidad responde a una buena combinación de colores, tamaños y tipos de letras, fondos e ilustraciones, que permita leer en la pantalla y navegar de una manera adecuada y atractiva; en base a esto los estudiantes justifican la confiabilidad del sitio.	LE
Adecuación al destinatario	Los estudiantes justifican su calificación en base a la adecuación que se presenta en la página web. Los destinatarios son los usuarios de Internet a quienes está dirigido el sitio web (niños, docentes, familias, etc.).	AD
Utilidad de la información	Los destinatarios reconocen la información por la utilidad que les entrega para un objetivo específico.	UI

Relación con ideas preexistentes	Los usuarios justifican la confiabilidad de un sitio web en base a ideas que han escuchado previamente y las reconocen en el sitio *web* (profesora, adultos, redes sociales, televisión, etc).	RIP
No justifica	Los destinatarios no justifican la confiabilidad del sitio web o hacen un comentario acerca del contenido específico que presenta la página.	NJ

Tabla 1. Categorías en la etapa de evaluación.

Resultados y discusión

Para el análisis de la etapa de evaluación de confiabilidad de las páginas trabajadas por los alumnos, se utilizó el programa Atlas.Ti, con el que se obtuvieron los siguientes resultados (Fig. 4).

PORCENTAJE DE JUSTIFICACIONES

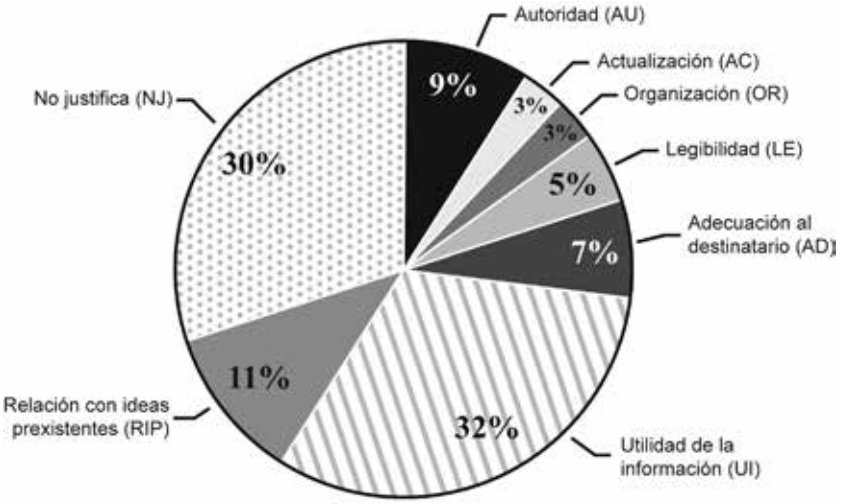

Figura 4. Resultados de la etapa de evaluación

El gráfico muestra los resultados en porcentajes, obtenidos según tipo de justificaciones presentadas en la etapa de evaluación. De ellos se puede observar que aquellos que *no justificaron* (NJ) o sus juicios estaban relacionados con la percepción del contenido que presentaba la página, corresponden a un 30% de la muestra. En este tipo de justificación, los estudiantes hicieron

planteamientos de tipo "*porque debemos cuidarnos y ver el clima en la tele*" o "*me gusta, porque ese es el alimento de los árboles y después lo hacen aire para nosotros*", o comentarios acerca del contenido de tipo "*porque sí*", sin realizar argumentación alguna.

El mayor porcentaje lo obtuvo la *utilidad del contenido* (UI), es decir, los estudiantes reconocen la información por la utilidad que les entrega para un objetivo específico, en este caso la tarea asignada. Esta categoría posee un 32%, y en ella las expresiones que brindaron fueron del tipo "*buena porque me ayudo a encontrar lo que buscaba*" o "*no me gustó ya que no es acorde con el tema que estoy tocando*", como también "la *encuentro buena porque tiene mucha información sobre el tiempo o clima*". Se puede dilucidar que estos estudiantes, basarán su confiabilidad en cuanto los sitios web les entreguen lo que buscan, basándose en las palabras claves que posee la tarea asignada, sin hacer un análisis más profundo a otras características que puede tener el sitio.

La justificación que presentó menor porcentaje fue aquella enfocada a la actualización de la página (AC), con un 3% de las respuestas, definida como la incorporación periódica de nuevos recursos o la modificación de los contenidos y datos existentes, en respuesta a la aparición de nuevos aportes al tema. Por ejemplo un estudiante manifestó que la página "*no es confiable debido a que la fecha de su publicación no está actualizada, tiene casi 5 años desde que la publicaron*", por lo que el alumno o alumna determinó que la confiabilidad era baja debido a la falta de actualización; del mismo modo, otro estudiante mencionó "*esta página me gustó más que la anterior porque tiene fecha de cuando se hizo o se creó*". Si bien hubo pocos estudiantes que evaluaron la confiabilidad en cuanto a la actualización, para ellos sí era un factor importante al a hora de calificar.

El grupo de estudiantes que justifica la confiabilidad de la página web en base a la *autoridad* (AU) –quien puede ser una persona, un grupo de personas reunidas por un objetivo determinado–, alcanzó un 9% de la muestra. Entre los planteamientos que se presentaron, es posible encontrar algunos del tipo "*son todas las páginas lo mismo, solo que ésta tiene un poco más de información científica*"; y también, "*porque en esta página sacaron la información de la revista de científicos*" o "*yo creo que es bastante confiable por el hecho de que nos dice quiénes han participado en ese estudio*".

Frente a este tipo de respuestas, es posible apreciar que al momento de buscar información relacionada con la ciencia algunos estudiantes le otorgan importancia a las investigaciones, lenguaje científico y a las personas que hayan participado en la información que se les entrega.

Otro dato importante a considerar es que un grupo de alumnos indicó que no pudieron realizar la atarea o les resultó difícil porque que no entendían muy bien la información que la página revelaba, o no era clara para ellos. Otros, en cambio, indicaron que era confiable porque llegaban a entender la información que allí encontraban, sin hacer un análisis crítico en cuanto a la información revelada. Estas justificaciones quedaron en la categoría de la *adecuación al destinatario* (AD), obteniendo un 7%.

Es importante mencionar lo anterior ya que, tanto la categoría de *autoridad* como la de *adecuación del contenido*, serían clasificaciones que están relacionadas directamente con el lenguaje científico, debido a que en base a esto los estudiantes produjeron sus justificaciones de confiabilidad; esto daría indicios de la importancia del desarrollo del lenguaje científico para leer páginas relacionadas con la ciencia, y que al mismo tiempo los estudiantes usarían como argumentación para brindar el nivel de confiabilidad de sitios *web*. Del mismo modo, en este punto de relación se hace importante señalar lo planteado por Bargalló (2005), quien ya ha mencionado que la actividad científica también es una actividad lingüística y a través de la evaluación de páginas *web* (como también su búsqueda y selección), se justifica aún más su propuesta.

En cuanto a otras investigaciones realizadas, existen diversos test, pruebas e indicadores para medir la confiabilidad de páginas *web*. Entre ellos, el Ministerio de Educación de Argentina, mediante su página www.educ.ar, propone una serie de indicadores para evaluar sitios de Internet, de ellos es posible observar que se repiten algunas categorías, comparándolas con el tipo de justificaciones que presenta la muestra en estudio, a saber, la autoridad, actualización y adecuación al destinatario.

Conclusiones

En base a los resultados, es posible concluir que la mayoría de los estudiantes basan la justificación de confiabilidad en la utilidad que la página les brinda para responder a una tarea, sin realizar un análisis crítico al respecto, como también existe un porcentaje de estudiantes que no sabe cómo realizar una evaluación.

Si bien, el panorama puede no ser esperanzador para algunos o algunas, es importante mencionar que los estudiantes presentan dificultades en cuanto a la comprensión de la información científica y el análisis crítico del texto, pero al mismo tiempo existe en ellos cierta noción en cuanto a cómo debería ser una página confiable y en base a qué indicadores deberían ser evaluadas, como lo son la autoridad de las páginas, actualización y adecuación del destinatario.

Lo anterior presenta una tarea para la educación de hoy, que consiste en la enseñanza de las habilidades digitales de la información, en la que entregar herramientas para evaluar páginas *web* y en base a qué criterios sea algo palpable en las salas de clases. Esto es parte de la necesidad de formar tanto estudiantes autónomos y estratégicos en la búsqueda y formación del conocimiento como ciudadanos críticos frente a la gran cantidad de información que se les presenta hoy. También surge el desafío de profundizar en la sala de clases – especialmente en la asignatura de Ciencias Naturales–, el manejo del lenguaje científico para el desarrollo de habilidades digitales de la información.

Con esto, se abren espacios para futuros estudios relacionados con identificar cómo puede la comprensión lectora ayudar a desarrollar habilidades digitales de información, o bien cómo las habilidades digitales podrían ser un motor de motivación para el desarrollo del análisis crítico en los estudiantes.

Referencias bibliográficas

Astroza, M. V. (2017). Estudio exploratorio acerca de las creencias del profesorado de ciencias naturales y ciencias sociales sobre la consulta en línea en diferentes dimensiones. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 3919-3924.

Almenara, J. C. & Cejudo, M. L. (2008). La alfabetización digital de los alumnos. Competencias digitales para el siglo XXI. *Revista portuguesa de pedagogía*, 7-28.

Bargalló, C. M. (2005). Aprender ciencias a través del lenguaje. *Educar*, *33*.

Burin, D., Coccimiglio, Y., González, F. & Bulla, J. (2016). Desarrollos recientes sobre habilidades digitales y comprensión lectora en entornos digitales. *Psicología, Conocimiento y Sociedad*, *6*(1), 191-206

Gómez Moliné, M. R. & Sanmartí Puig, N. (2000). Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje. *Educación Química*, *11*(2), 266-273.

Lemke, J. L. (1997). Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores, Barcelona: Paidós

Maglione, C. & Varlotta, N. (2012). Investigación, gestión y búsqueda de información en Internet. Buenos Aires: Conectar Igualdad.

MINEDUC. (2013). *Resultados Nacionales SIMCE TIC 2013*. Santiago, Chile. Recuperado de: http://www.enlaces.cl/wp-content/uploads/informe-resultados-final-16-12-2014.pdf

MINEDUC. (2013). *Resultados Nacionales SIMCE TIC 2013*. Santiago, Chile. Recuperado de: http://www.enlaces.cl/wp-content/uploads/informe-resultados-final-16-12-2014.pdf

Sanmartí, N., Izquierdo I., Aymerich, M. & García, P. (1999). Hablar y escribir: Una condición necesaria para aprender ciencias. *Cuadernos de pedagogía*, *281*, 0054-58.

Valverde-Crespo, D., Pro-Bueno, A. J., & González-Sánchez, J. (2018). La competencia informacional-digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2105-2105.

Van Deursen, A. J. & Van Dijk, J. A. (2009). Using the Internet: Skill related problems in users' on line behavior. *Interacting with computers*, *21*(5-6), 393-402.

Van Deursen, A. J. & Van Dijk, J. A. (2014). Modeling traditional literacy, Internet skills and Internet usage: An empirical study. Interacting with computers, 28(1), 13-26.

RELATOS DE EXPERIENCIAS DOCENTES EN EL PROYECTO AKA EDU-03

Desde mi sala de clases

Todos los vecinos de mi barrio duermen siesta,
pero hay chicos que golpean las puertas fastidiando:
Piden pan y no dejan escribir
los mejores poemas, sobre el hambre.

Jorge Montealegre
Alta poesía

Iniciamos con muchas dudas, desconociendo absolutamente la intención y el camino que estábamos comenzando. No es común ser parte de un proceso investigativo, y generalmente, los docentes nos reducimos a meros espectadores de trabajos realizados por expertos, que desde el escritorio, planifican soluciones en horario de oficina.

"¿Serán del ministerio?", "¿Vendrá algún político al colegio?" Estas fueron las primeras preguntas que se establecieron entre pares, basadas en la incertidumbre. A la defensiva, estirando el arco y apuntando la flecha ante una amenaza. "Prepárate para viajar a Finlandia", dijo algún colega. "¿Qué idioma se habla en ese país?" –dijo otro–, poniendo expectativas mayores, y soltando la flecha a gran velocidad. Y luego nacieron otras, con cierto matiz de negativa tristeza; "¿qué van a aprender de nosotros?", "Yo escuché que los niños de allá manejan cuatro idiomas en primaria", "no nos parecemos ni en las colaciones de los estudiantes", "¿Tendrás tiempo para poder realizar lo que se solicita?". Ahí sentí caer la flecha. Tocó en el suelo.

Partimos y las dudas desaparecieron. Las expectativas y miedos se centraron. Fuimos a reuniones constantes y comprendimos que nuestro trabajo era esencial: ya no éramos un aporte, sino un parte fundamental para alcanzar el objetivo; engranajes de la estructura.

Devolver la confianza depositada se hizo norte. El compromiso se hizo fundamental. Los estudiantes percibieron el interés y desarrollaron su trabajo con la misma curiosidad y ansiedad que los docentes. "¿Cuándo nos visitarán?" se preguntaban. Y la fantasía más profunda en ellos, los llevaba a inventar innumerables conclusiones.

El proceso fue agotador, pero lleno de intenciones alentadoras. Por ello cada instancia que se iba generando se transformaba en un cansancio distinto, absolutamente motivante. Situación que también se observó en los pequeños aprendices, quienes apoyaron cada una de las etapas que fueron parte del desarrollo del proyecto.

La confianza siguió creciendo, ahora nosotros solicitábamos los tiempos y cambios de planes en nuestro establecimiento. Las invitaciones continuaron y el aprendizaje permanente terminó afianzando, en mi íntimo caso, la reconquista de la labor docente.

La finalización del proyecto, coincidió con términos de procesos administrativos. El tiempo mermado y el agotamiento físico y mental, hicieron disminuir a los asistentes. Por ahí escuché de un cercano, "la voluntad tiene piernas débiles, se agota".

Nace el cuestionamiento, y con ellos las preguntas absolutamente válidas. "¿Cuánto falta?" "¿Cuándo recupero mi trabajo perdido?". "¿Me entenderán si me atraso?". Recordé la imagen de un Tomás Edison lidiando con los financistas, para poder investigar y crear el filamento que permitió inventar la bombilla. La ironía de "encender la ampolleta"; uno de los símbolos de cuando nace una idea.

Para finalizar agradecer a los colegas de los distintos colegios que he conocido y compartido en este tiempo de desarrollo del proyecto. A los diferentes profesores de las Universidades que nos aportan desde Chile y el extranjero, escuchando y depositado en nosotros la confianza plena. En especial a Mario Quintanilla, quien hace de cabeza en esta estructura en forma de red, siendo el nexo entre los distintos espacios educativos. A Ricardo Canales, mi jefatura directa del Colegio Nobel, por brindarnos esta oportunidad, creer en nosotros y ser quien está ahí atento como real hermano mayor. A Carlos Martínez mi colega y amigo en avance. Y sobre todo a mis estudiantes, que son quienes nos entregan la esencia de sus ideas, conocimientos y experiencias para avanzar en pos de los otros que vienen. En ellos tengo mi confianza puesta como actores del cambio, rebeldes con causa, frente a la estructura social que tan injustamente nos golpea diariamente.

¡Gracias!

Franco Valenzuela Casanova
Profesor, Colegio Nobel Gabriela Mistral
Integrante del Proyecto AKA EDU-03

"Nos abrió un camino..."

El Proyecto AKA EDU-03 implementado en nuestro establecimiento, permitió darnos cuenta de la importancia de vincular la enseñanza de las Ciencias Sociales con la tecnología y valorar el desarrollo de las habilidades digitales en las y los estudiantes, desde una búsqueda de información en una página *web* hasta llegar a realizar una inferencia sobre un tema dado.

El trabajo realizado mediante plataforma *web* nos abrió un camino para darnos cuenta de que la tecnología avanza a pasos agigantados y, por tanto, debemos actualizarnos –permanentemente–, tanto en conocimientos informáticos como también en implementación tecnológica en la escuela.

Los y las estudiantes con los que trabajamos hoy en día son muy diferentes a los de antes, son críticos, opinantes y tecnológicos de por sí, buscadores de información, ciudadanos informáticos, pero necesitan lineamientos claros para que no incurran en los errores que siempre están presentes en la red.

Tanto nosotros, como los y las estudiantes, agradecemos de sobremanera la gestión de todos y todas las personas impulsores de este proyecto, por su paciencia y tolerancia, por respetar nuestros tiempos, por esperar nuestras respuestas a sus solicitudes y contar con su apoyo constantemente.

Esperamos poder participar en futuros proyectos que como éste, que de seguro nos ayudarán a mejorar nuestros aprendizajes y la educación en Chile.

Jorge Rojas Pizarro
Olimpia Segovia Odano
Escuela Pablo Neruda
San Miguel, Santiago de Chile

Reflexionando sobre el uso de las TIC

Una de las grandes problemáticas con que se ha tenido que lidiar a partir de la incorporación sistemática de las TICS en las escuelas es su insuficiente y precario soporte de infraestructura y la inexistencia de apoyo pedagógico para la orientación de la docencia en actividades tecnológicas, considerando además una ineficacia en las políticas públicas para agilizar los procesos. Esto fue parte de las conclusiones bastante críticas que se generaron a partir de un estudio de campo que se llevó a cabo en una escuela al interior del estado de Minas en Brasil, el cual estaba focalizado en la percepción respecto al uso de las tecnologías referidas a estudiantes de 6° año preparatoria y de entrevistas a docentes colaboradores mediante la aplicación del software ATLAS.ti (De Lima, M. R. y Moreira de Andrade, I., 2019. Significaciones docentes sobre la integración de tecnologías digitales en prácticas pedagógicas. Revista Alteridad, 14(1), 12-25. Tomado de: https:// doi.org/10.17163.alt.v14n1.2019.01. 1.).

Si analizamos estas conclusiones, no distan mucho de experiencias en realidades cercanas en Latinoamérica. Se han encontrado ciertas similitudes que coinciden en la premisa de que la mejora de los procesos de enseñanza- aprendizaje no solo son exclusivamente dependientes de la incorporación de una infraestructura deseable que permite la incorporación de tecnología al aula, sino que también deben estar constantemente respaldadas o supervisadas por un personal adecuadamente capacitado para poder adecuarlas y poder sustentarlas en el tiempo, de acuerdo al proyecto educacional que se persiga según las políticas públicas de cada país, o bien para una realidad localizada muy específica.

Según los estudios de José Joaquín Brunner, en su publicación “Educación en internet ¿la próxima revolución?” se visualizan 4 tipos de escenarios (E1-E2-E3-E4) respecto de cómo se han ido incorporando las TIC en las escuelas, considerando dos aspectos relevantes: la variable pedagógica (enseñanza tradicional o moderna) y la variable tecnológica, de índole interna y también externa. Según este autor, cuando se aplican enfoques tradicionalistas de tipo “conductistas” las TIC han sido un soporte importante, pero bastante guiado y estructurado por el docente de aula, dando muy poca autonomía a los estudiantes en la búsqueda de información, en este caso la escuela desde su interior determina el uso de las tecnologías para complementar los aprendizajes (E1). En el escenario 2 (E-2), el enfoque es de tipo “constructivista”, donde los estudiantes son el foco del aprendizaje y el profesor monitorea, pero sin que se considere todavía una total autonomía por parte de los estudiantes en el uso de las TIC; también expone un escenario 3 (E-3), donde se mantiene una estructura tradicional, pero el medio externo es determinante (la demanda de la economía y políticas públicas de acuerdo a los gobiernos estimulan la formación de personas “individuos” que

deben estar tecnológicamente capacitados y alfabetizados y, por lo tanto, muy preparados para desarrollarse sin grandes problemas en el mundo laboral; en este caso el mercado exige y presiona al sistema escolar para que se sintonice rápidamente con esta dinámica, por eso se habla de un espacio tradicional con presión externa; finalmente, el escenario 4 (E4) visualiza un futuro no muy lejano, incluso ya presente en algunas latitudes mucho más teologizadas que la nuestra, donde se habla de entornos virtuales de aprendizaje; aquí la escuela está totalmente imbricada por el eje tecnológico, donde se ha "normalizado" la presión externa, marcada principalmente por políticas economicistas de producción. Se habla de una realidad virtual de estilo constructivista donde existe una muy marcada presión externa, pero caracterizada por dar una amplia libertad o autonomía a los estudiantes en sus tareas investigativas, con docentes capacitados para monitorearlos cuando sea necesario, incluso fuera del colegio.

Mi temor como docente-educador, es que en este espacio se llegue a tal grado de automatización de los procesos de enseñanza-aprendizaje que se vaya perdiendo la esencia de la labor docente-humanizada, como ya ha ocurrido en países como Japón (industrias conectadas a centros educativos y ciudadanos robotizados inmersos en los procesos industriales).

Es interesante contextualizar lo ya mencionado con la experiencia obtenida a través del proyecto AKA EDU-03, donde se fue evaluando sistemáticamente –mediante el programa NEURONE– la experiencia en grupos de estudiantes de 5° y 6° año de Enseñanza Básica en distintas unidades educativas en Chile, y por ende diferentes realidades sociales, frente a la problemática referida al uso "adecuado" de las TIC, para posteriormente analizar con estudios comparativos lo que ocurre en otras realidades, como es el caso de Finlandia.

Sin duda la experiencia de Pepa y Pipo refleja, en gran medida, lo que ocurre en las aulas chilenas. Cuando se les pide a nuestros estudiantes que investiguen ciertas temáticas utilizando internet, los docentes quizás hemos cometido el error de una excesiva confianza al considerar que los alumnos, por nacer en una generación muy tecnológica, harán un buen uso de las TIC. La realidad nos dice lo contrario, la amenaza es la excesiva cantidad de información, lo que hace necesario que nuestros estudiantes aprendan a filtrar la confiabilidad de las fuentes; por lo tanto necesitan un buen apoyo externo de parte de los docentes y monitores, lo que implica su capacitación y familiarización con los recursos y softwares. En un mundo donde la regla es cumplir, no importando a qué costo, la calidad casi se considera un detalle, y si esto lo llevamos al mundo escolar, una de las problemáticas que se dan a menudo es que los estudiantes en su afán de cumplir rápidamente con sus tareas no evalúan sus fuentes; el copiar y pegar se ha hecho una mala costumbre, cambiando algunas palabras para pasar desapercibidos; no se visualiza un trabajo analítico, reflexivo y serio. Esta problemática ha trascendido hasta los cursos de secundaria e incluso al mundo

universitario y como docentes debemos hacernos cargo de ello; los docentes tampoco debemos desconocer que por el afán de cumplir con los plazos y la gran cobertura curricular nos dedicamos a planificar tipo flash sin rescatar la esencia de lo que queremos lograr con nuestros estudiantes.

Al parecer estamos aún en pañales, no hemos evolucionado mucho desde el escenario E1, con atisbos del E2 y quizás algo del E3. Las preguntas que debemos hacernos como sociedad son: ¿Hacia dónde vamos? ¿Con qué debemos sintonizarnos como docentes para preparar a nuestras nuevas generaciones?

La importancia de proyectos como AKA EDU-3 radica no solo en presentar dichos desafíos, sino en generar buenos programas que produzcan un cambio en el uso adecuado de las TIC en nuestras comunidades educativas. Esto ha requerido, sin lugar a dudas, de una reflexión muy seria y metódica para la preparación planificada, y no improvisada, guiada por expertos. Ahora, la tarea que se espera es llevar estos estudios y prácticas a profesores en sus cursos de formación o pregrado y generar una capacitación permanente en los docentes en ejercicio. El desarrollar una comprensión teórica más profunda acerca de las competencias de consulta en línea de estudiantes y sus profesores es un objetivo claro e interesante del proyecto, porque permite reflexionar para tomar acciones concretas. La reflexión pedagógica, en mi humilde opinión, cumple su función cuando se producen los cambios, por eso es fundamental reconocer los fundamentos del problema inicial para luego poder generar nuevos proyectos que deberían involucrar a toda la comunidad educativa formando espacios de aprendizaje para involucrar cada eslabón y así finalmente poder evidenciar cuáles son las mejoras sustanciales que requieren los procesos de enseñanza aprendizaje. El mejorar la enseñanza competencial en educación primaria en CCNN y CCSSS ha sido un primer paso en este estudio, que espero abra las puertas a su proyección a niveles secundarios y superiores; todo lo anterior deberá implicar un cambio de mentalidad como docentes , cuando nos atrevamos a innovar en el desarrollo de modelos tecno-educativos que apunten hacia el escenario E-4, sin caer en los excesos que pueden conducir a la deshumanización de la educación, con fines totalmente productivos y economicistas, creo que se lograrán avances significativos y se irá pavimentando el camino correcto.

Agradezco a todo el equipo que participó en el proyecto AKA EDU-03 durante estos siete años y la oportunidad que se me dio para conocerlo y reconocer cómo se trabaja en equipo. Espero poder seguir reflexionando o participando en algún proyecto con el grupo Grecia, si es pertinente y me lo permiten. Siempre dispuesto a contribuir.

Héctor Valero Mujica
Profesor de Química y Ciencias Naturales
Magíster en Didáctica de Ciencias Experimentales, PUCV.

AUTORES Y AUTORAS

LEONARDO ABELLA PEÑA, Miembro del grupo "GREECE" de la Universidad Distrital "Francisco José de Caldas" de Bogotá. Licenciado en química de la misma universidad; Magíster en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional; Doctorado en Educación del programa Interinstitucional de la Universidad Distrital, abordando en su investigación el desarrollo de comunidades de aprendizaje entre docentes para el diseño y evaluación de recursos digitales y aplicaciones móviles para la enseñanza de las ciencias. Es ICT Certified Teacher por la Oficina Metropolitana de Educación de Incheon de Corea del Sur. E-mail: leabellap@correo.udistrital.edu.co

SUSANA ABELLA PEÑA: Licenciada en Biología; Docente Investigadora de la Universidad Francisco José de Caldas, Bogotá - Colombia; Magíster en Educación en Ciencias de la Naturaleza y Tecnología; en el presente realiza el Doctorado en Educación en Ciencias. "*Estar en el aula me trae felicidad y ello es lo que me lleva a afirmar que, más que trabajo, enseñar es una recompensa por hacer lo que me gusta*". E-mail: susitaabella@gmail.com

MARÍA ÁLVAREZ LIRES: Doctora en Ciencias Químicas de la Universidad de Vigo en Galicia, España y catedrática de enseñanza secundaria. Autora de numerosas publicaciones relacionadas con sus investigaciones en el ámbito de la historia de la ciencia y género. Ha participado activamente en instituciones europeas vinculantes con su área de investigación. Del mismo modo ha sido directora y co-directora de tesis de maestría y doctorado en enseñanza de las ciencias. Profesora visitante en diferentes Centros de Investigación y universidades en América Latina y Europa. E-mail: liresmari@gmail.com

XAVIER ÁLVAREZ LIRES: Licenciado en Psicología por la Universidade de Santiago de Compostela, Doctor en Psicología por la Universidade de Valladolid. Actualmente es Profesora Asociado del Dpto de Psicología evolutiva y comunicación de la Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte de Pontevedra y sus líneas de investigación son: psicología, género e educación, dificultades de aprendizaje e innovación educativa y género. Autor de diversos libros, capítulos y artículos JCR y SCOPUS. E-mail: xabieral@uvigo.es

MANUEL CAEIRO RODRÍGUEZ: Profesor del departamento de Enxeñaría Telemática de la Universidade de Vigo desde el año 2000; Ingeniero de Telecomunicación (1999) y Doctor Ingeniero de Telecomunicación (2007), por la Universidad de Vigo. Se ha especializado en el desarrollo de sistemas web y en la aplicación de las tecnologías de la información y comunicación a la educación, particularmente en el campo de los lenguajes de modelado educativo, en aprendizaje autorregulado y en recursos educativos abiertos. E-mail: mcaeiro@uvigo.es

JENNY CASTELBLANCO CASTRO: Licenciada en Química, Especialista en Medios Interactivos y Magistra en Comunicación-Educación de la universidad Distrital "Francisco José se Caldas". Integrante de los Grupos de Investigación en Educación en Ciencias Experimentales (GREECE) de la facultad de Educación de la Universidad Distrital. Investigadora en los campos de Videojuegos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales, Redes y Comunidades Virtuales de Aprendizaje, Habilidades cognitivo-lingüísticas y educación, Educación por convergencia de medios y lenguajes, entre otros. E-mail: jenny.castelblanco@utbvirtual.edu.co

CATALINA CONTRERAS MORAL: Profesora de Educación General Básica mención en Ciencias Naturales de la Pontificia Universidad Católica de Chile; Tesista Becaria de Magíster por Proyecto AKA-EDU/03; Magíster en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. E-mail: cacontreras@uc.cl

NORBERT ERDMANN: Investigador asociado de proyecto AKA. Investigador de proyectos, Departamento de formación docente Universidad de Turku, con Maestría en Educación (MA) en el Departamento de Educación, Universidad de Turku; Certificado de Enseñanza de Educación Primaria en el Departamento de formación docente, Universidad de Turku (2016); Maestría en artes (gestión y economía) en Technical University Kaiserslautern; Certificado de Formación de Profesores Profesionales en Häme University of Applied Sciences (HAMK); Dipl. Ing. (FH) en la Universidad de Ciencias Aplicadas de Lübeck.

GIMENA FUSSERO: Profesora en Ciencias Biológicas. Bióloga. Maestranda en Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología. Becaria SECyT. Miembro del grupo EDUCEVA-CienciaTIC. Proyecto actual "Prácticas científicas en educación en Biología mediadas por TIC". Departamento de Enseñanza de la Ciencia y la Tecnología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba. Profesora en Escuela Secundaria y en Instituto Superior de Formación Docente. E-mail: gimefussero@gmail.com

ÁLVARO GARCÍA MÁRQUEZ: Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona. Académico e Investigador de la Universidad Francisco José de Caldas en Bogotá, Colombia. Autor de numerosas publicaciones relacionadas con investigaciones en el ámbito de la historia de la ciencia y formación de profesores. Asesor permanente del Laboratorio GRECIA e integrante de la Red Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Participa de numerosos proyectos de investigación nacionales e internacionales relacionados con la enseñanza de las ciencias y la formación de profesores. E-mail: alvgarciam@gmail.com

BASTIÁN IBÁÑEZ LUENGO: Licenciado en Educación en Química y Biología; Tesista de Pre-grado de Pedagogía en Química y Biología, Universidad de Santiago de Chile; Profesor y Ayudante de Investigación Proyecto AKA EDU-03, Facultad de Educación. Universidad Católica de Chile; Miembro del Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias (GRECIA-UC). E-mail: banne423@gmail.com

CAROL JOGLAR CAMPOS: Licenciada en Biología**.** Magíster en Educación, Pontificia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil. Candidata a Doctora en Ciencias de la Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Magíster en Educación, Pontificia Universidad Católica de Chile. Académica del Departamento de Didáctica de la misma universidad. E-mail: caroljoglar@outlook.com

ALBERTO LABARRERE SARDUY: Doctor en ciencias pedagógicas de la Universidad de la Habana, Cuba. De vasta trayectoria y reconocimiento en su área, se ha especializado en temas de creatividad, talento, inteligencia y resolución de problemas en el área de las matemáticas y las ciencias. Ha integrado permanentemente el Laboratorio GRECIA de investigaciones en Didáctica de las Ciencias y dirigido numerosas tesis de maestría y

doctorado en su área de investigación. Profesor visitante en diferentes universidades de Latinoamérica y Europa. Actualmente dirige el Magíster en Sicología Educacional de la Universidad Santo Tomás en Chile. E-mail: lasar222@yahoo.com

MARÍA A. LORENZO R.: Graduada en Educación Primaria con mención en Profundización Curricular, Máster en Necesidade Específicas de Apoio Educativo y doctoranda del Programa de Doctorado Equidad e Innovación en Educación, todas ellas de la Universidade de Vigo, España. Autora de varias publicaciones sobre ciencia, tecnología y educación para la sustentabilidad con perspectiva de género, así como de cursos de iniciación a la programación y a la robótica para enseñar ciencias. E-mail: marialorenzo@uvigo.es

MIGUEL MANZANILLA CASTELLANOS: Ingeniero de Sistemas de la Universidad de Los Andes en Venezuela, Magíster en Gerencia de Recursos Humanos de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt. Fue profesor de estadística e informática en la Escuela de Educación de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de Los Andes en Venezuela. Participó como Analista de Datos del Laboratorio GRECIA de la Pontificia Universidad Católica de Chile y actualmente se desempeña como Asesor Estadístico en la Subdirección de Currículum y Docencia de la Vicerrectoría Académica de Pregrado en INACAP. E-mail: miguel86manza@gmail.com

MIRJAMAIJA MIKKILÄ-ERDMANN: Investigadora asociada del proyecto AKA EDU-03. Profesora del Departamento de Formación Docente y Centro de Investigación de Aprendizaje en la Universidad de Turku, Finlandia. Encargada de la investigación “La exploración de los movimientos de los ojos de un novato y lectores experimentados de textos médicos que afectan el sistema cardiovascular para hacer un diagnóstico, el anatómico Ciencias de la Educación”.

MARICEL OCCELLI: Doctora en Educación, Magíster en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología. Bióloga. Prof. en Ciencias Biológicas. Profesora Titular de Práctica de la Enseñanza para el Profesorado en Ciencias Biológicas, UNC Argentina. Investigadora de CONICET, miembro de grupos de investigación cuya línea de trabajo pertenece al campo de la Educación en Ciencias mediada por las TIC. Ha dirigido y dirige tesis de postgrado. Es autora de capítulos de libro, más de 90 artículos en revistas y congresos nacionales e internacionales. Editora y evaluadora de revistas del área. E-mail: maricel.occelli@unc.edu.ar

JAIME OYARZO ESPINOSA: Ingeniero Informático, postgrado en Análisis de Sistemas. Posgrado en Formación Pedagógica, Suficiencia Investigadora, Universidad de Alcalá. Profesor Honorífico, Departamento de Ciencias de la Computación, Universidad de Alcalá. Construcción de Cursos Online y repositorios REA. Líneas de Investigación: Competencias Digitales, Universidades Virtuales, Innovación Educativa. E-mail: jaime.oyarzo@uah.es

UXÍO PÉREZ RODRÍGUEZ: Doctor en Historia de las Ciencias y las Técnicas. Líneas de investigación: Didáctica de las Ciencias Experimentales, Historia de las Ciencias y las Técnicas. Autor de diversas publicaciones, entre ellas 4 artículos JCR y 4 SCOPUS relacionados con la Didáctica de las Ciencias Experimentales. Vicedecano de la Facultad de Ciencias de la Educación y del Deporte (España,) desde 2011 hasta la actualidad. Experiencia docente en Diplomatura, Grado y Máster en titulaciones oficiales de Educación desde 2006 hasta la actualidad. E-mail: uxio.perez@uvigo.es

MARIO QUINTANILLA GATICA: Dr. en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad Autónoma de Barcelona (1997). Académico e investigador de la Pontificia Universidad Católica de Chile desde 1998. Fundador y actual director del Laboratorio GRECIA y de la Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de las Ciencias (Bellaterra) de la cual es su presidente. Ha sido asesor y colaborador de la UNESCO en diferentes países de América Latina y El Caribe. Director de proyectos de investigación nacional y de cooperación internacional e integrante de la Red Internacional de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la cual es uno de sus fundadores. Autor de numerosas publicaciones relacionados con sus investigaciones en el ámbito de la epistemología, historia de la ciencia, resolución de problemas científicos escolares y discurso científico del profesorado de ciencia. Profesor visitante en diferentes universidades de América y Europa. Ha sido directivo de la Facultad de Educación de la PUC en diferentes cargos y responsabilidades institucionales hasta el 2013. E-mail: mariorqg@gmail.com

MARIANO RODRÍGUEZ M.: Magíster en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología, Facultad de Ciencias Exactas, Física y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Becario de Magíster Proyecto AKA EDU-03. Email: marianorodriguez08@gmail.com

NÚRIA SOLSONA PAIRÓ: Química y Doctora en Ciencias de la Educación. Profesora de Secundaria. Grupo LIEC de la Universidad Autónoma de Barcelona (España). Autora de numerosas publicaciones, artículos, capítulos de libros y libros relacionados con sus investigaciones en el ámbito de la historia de la ciencia y género, tales como Análisis comparativo de intervenciones formativas sobre el cambio químico, Diálogos con recetas alquímicas y una educación química que promueva el interés de chicas y chicos. Ha participado activamente en instituciones europeas vinculantes con su área de investigación. Email: nsolsona@xtec.cat

NORA VALEIRAS: Doctora en Enseñanza de las Ciencias, Magíster en Educación en Ciencias y Profesora en Ciencias Naturales. Investigadora categorizada 1. Profesora Consulta de la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Dirige la Maestría en Educación en Ciencias Experimentales y Tecnología de dicha universidad. Fundadora y directora del Grupo de Educación en Ciencias y Entornos Virtuales de Aprendizaje. Ha publicado 15 libros, 12 capítulos de libro y más de 50 apartados en revistas indexadas con referato vinculados a la Educación en Ciencias y TIC. E-mail: nvaleiras@yahoo.com

MARJA VAURAS: Directora y coordinadora principal del Consorcio finlandés del proyecto IFUCO, en Chile AKA EDU-03. Científica senior; Profesora de Educación en el Centro de Investigación del Aprendizaje y Departamento de Formación Docente, de la Universidad de Turku, Finlandia. Su investigación se centra, en particular, en estudiantes de bajo rendimiento, que experimentan múltiples problemas cognitivos y motivacionales en la escuela, con énfasis en el desarrollo interactivo y a largo plazo de la cognición y la motivación en la interacción social. Más recientemente, el enfoque de su investigación se ha trasladado al papel de los factores sociales, tanto relacionados con la escuela como con la familia, en particular, en relación con las dificultades de aprendizaje y la excelencia en el aprendizaje.

La noción de inclusión digital paulatinamente va siendo profundizada en marcos teóricos, instrumentos, metodologías y modelos de formación docente. De alguna manera intentamos acercarnos a la idea de que las personas se apropian, mediante el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), de los complejos procesos en todos los dominios del conocimiento y en ambientes y condiciones diversas y heterogéneas de aprendizaje, personas, niños y niñas de todas las edades y contextos socioculturales

En consecuencia, este libro reitera, en sus orientaciones teóricas y de campo, que esta tarea, desde una perspectiva participativa, no puede llevarse a cabo sin la presencia de los profesores como **verdaderos protagonistas del cambio en el aula.** Se aspira, por lo mismo, a promover y desarrollar una *Nueva Enseñanza de las Ciencias* (NEC), cuyo foco central sea el aprendizaje como motor, estrategia e impulso para el desarrollo de sujetos competentes en ciencias, que hacen uso de la tecnología de manera inteligente y creadora.

El libro entrega evidencias de diversos estudios realizadas por el equipo de investigación del proyecto AKA EDU-03, por profesores visitantes del proyecto y estudiantes de postgrado. Considera marcos teóricos recientes, experiencias de aula, producción de materiales y estrategias de intervención.

MQ

BellaTerra
Sociedad Chilena de Didáctica, Historia y Filosofía de la Ciencia

ISBN 978-956-09033-7-2
9 789560 903372